

РЕМИ ШОВЕН

ЖИЗНЬ и НРАВЫ НАСЕКОМЫХ

ЖИЗНЬ И НРАВЫ НАСЕКОМЫХ

РЕМИ ШОВЕН

РЕМИ ШОВЕН



ЖИЗНЬ И НРАВЫ НАСЕКОМЫХ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА
1960

RÉMY CHAUVIN
Directeur de Recherches à l'Institut national de la Recherche Agronomique
Directeur de la Station de Recherches Apicoles de Bures-sur-Yvette
(Ministère de l'Agriculture)

VIE ET MOEURS DES INSECTES

PARIS, 1956

Перевод с французского И. В. КАТУНСКОЙ и Н. Б. КОБРИНОЙ
Под редакцией кандидата биологических наук
лауреата Сталинской премии
И. А. ХАЛИФМАНА

ВВЕДЕНИЕ

«Они не понимают, как могут противоположности сходиться к подобию. Гармония есть движение в двух противоположных направлениях; это верно и для лука и для лиры».

(Отрывок из Гераклита)

И на пространствах, измеряемых тысячами световых лет, и между двух стебельков мха совершает свое движение вселенная, полная тайн. Как бы ни были различны проблемы макро- и микрокосмоса, это проблемы одного порядка, проблемы, побуждающие к философским размышлениям.

Многие не сумели это увидеть и высмеивали науку о насекомых: кто не подшучивал над любителем бабочек и жуков? Не стану отрицать, что некоторые «образцы» этих почтенных специалистов, уже приближающиеся к ископаемым, до сих пор встречаются в галереях музеев. Но с каждым днем они уступают место ученому более современного типа — биологу, для которого насекомое — лишь повод для пристального изучения жизни; и какой повод!

Тот, кто не посвятил энтомологии долгих лет, даже представить себе не может почти невероятного разнообразия инстинктов и структур в мире насекомых.

Число известных и учтенных видов насекомых, пожалуй, уже превышает полтора миллиона; и к ним ежегодно прибавляются сотни новых. Специалисты по систематике считают, что на земле существует, по всей вероятности, 2—3 миллиона видов, из которых нам, следовательно, известна лишь небольшая часть. Не так давно один исследователь, разрывая землю под камнем, открыл не

вид, а целый отряд — отряд ногохвосток-Протур, крошечных, но чрезвычайно интересных для филогении насекомых.

По числу видов насекомые намного превосходят всех остальных животных, вместе взятых. Нередко я даже задавал себе вопрос: достигли ли они вершины своего развития? Ведь палеонтологи учат, что все группы животных возникают, достигают предела развития — его отличительная черта — большое число видов и широкое географическое распространение,— а затем приходят в упадок. В настоящее время признаки подобного упадка наблюдаются у большей части важнейших отрядов: все они были более развиты и более дифференцированы в предшествующие геологические эпохи.

Ни одного подобного признака я не могу найти у насекомых. Они так многочисленны, так многообразны, так распространены, что человеку стоит зачастую огромных трудов избавиться от них при помощи различных ядов, нередко оказывающихся лекарством, приносящим вреда еще больше, чем сама болезнь.

Двойной интерес — и теоретический, и практический — привлекает к изучению насекомых большое число исследователей. Ежегодные или ежемесячные перечни работ по энтомологии занимают все большее место в библиографических изданиях. Насекомые представляют собой чрезвычайно удобный материал для опытов, это приводит к чрезмерному сужению поля деятельности многих ученых. Так, во Франции, ставшей со времени Латрейля признанной родиной науки о насекомых, число энтомологов непомерно велико в ущерб другим отраслям биологии.

Нужно сказать также, что широкую публику всегда привлекают занимательные рассказы о насекомых, особенно когда они написаны хорошим языком. Все, например, читали бессмертные «Энтомологические воспоминания» Фабра, и многие ученые, в том числе и я, обязаны им выбором своей специальности. И, конечно, нельзя вести речь о пчелах или о термитах и не вспомнить о Метерлинке.

А все же я не знаю, достаточно ли четко до сих пор ставились основные проблемы современной науки о насекомых, достаточно ли ясно была показана их связь с другими, гораздо более широкими и определяющими проблемами общего порядка.

Пусть же цивилизованный человек в лесу и в поле, приглядываясь к насекомому, глубже ощутит влекущие и до сих пор еще не разгаданные тайны жизни.

Вот к чему я стремлюсь.

Совершенно очевидно, что предлагаемая читателю работа не претендует на полноту изложения. В основе ее лежит описание нескольких опытов, выбранных мною из числа наиболее интересных; возможно, что выбор этот был несколько произвольным.

Надеюсь, читатель не посетует на меня за то, что я широко использую мои собственные труды и труды моих учеников. Дело не в том, что они интереснее других; просто я с ними лучше знаком.

Глава первая

МИР НАСЕКОМЫХ

Много лет назад немецкий ученый фон-Икскюлл высказал чрезвычайно интересную мысль: по его мнению, насекомые и вообще животные живут в мире, отличающемся от мира людей. Сначала его теории были неверно поняты, но в наше время они встречают почти единодушное признание. «Чувства животных,— замечает ученый,— сильно отличаются от наших, а предметы предстают перед ними в совершенно ином виде». Это верно и для столь многочисленных «обонятельных типов», у которых зрение отнюдь не имеет того перевеса над другими чувствами, которого оно достигает у человека.

Пчелу, например, отличает астигматизм [1], острота ее зрения значительно слабее, чем у человека, она не видит красного цвета, смешивает его с черным, путает также синий с зеленым, но различает ультрафиолетовые лучи, воспринимая их как цвет. Вследствие физиологических особенностей, о которых еще будет идти речь ниже, она значительно лучше видит движущиеся предметы. Словом, пчела окружена миром более или менее густых теней, которые становятся четче, когда они начинают двигаться. Этот мир окрашен в цвета, каких мы никогда не увидим. Например, для нее, по крайней мере в нашем климате, белые цветки не являются белыми, так как все они в той или

[1] Астигматизм (гр.) — порок зрения, недостаток преломляющей способности глаза; заключается в том, что лучи, вышедшие из одной точки, неодинаково преломляются в разных частях светового пучка и не собираются вновь в одном фокусе. От этого изображение получается рассеченным, как на сетчатой форме, расплывчатым, нецелостным. (*Ред.*)

иной степени отражают ультрафиолетовые лучи. Опыты показали, что для пчел и многих других насекомых существует не один белый цвет, а множество, в зависимости от количества отражаемых ультрафиолетовых лучей. По той же причине свет, пропускаемый стеклянной пластинкой, покажется пчеле окрашенным, так как ни одно стекло не пропускает полностью ультрафиолетовых лучей; а если одна из составных частей «пчелиного белого» не доходит до нее, получается цвет, дополнительный к недостающему красному.

В отличие от зрения обоняние пчел почти соответствует нашему, т. е. они восприимчивы к тем же запахам[1]; вкус также немногим отличается от человеческого, если не считать того, что пчелы гораздо чувствительнее к сахару и не путают сахара с сахарином. Но им почти недоступны звуки, они воспринимают лишь колебания.

Следовательно, мир пчел ближе к миру близоруких и глухих, но он расцвечен яркими красками, недосягаемыми для нашего воображения; ведь если мы и могли бы представить себе отсутствие красного цвета, то как «воссоздать» ультрафиолетовый? Более того, пчела отличает поляризованный свет от обычного, и небо, которое отражает его в значительной мере, представляется глазу пчелы разделенным на большие участки более или менее темной окраски.

А вот, под листком того самого цветка, с которого берут взяток перепончатокрылые, повисает маленький кузнечик из семейства Tettigonia. Он почти не различает цвета, довольно слабо воспринимает формы, зато отлично чувствует движения; лучше же всего воспринимает звуки и колебания.

Он чувствует самые незначительные сотрясения почвы, передаваемые растением, на котором сидит. Аутрум вычислил, что кузнечик способен реагировать на колебания, амплитуда которых равна *половине диаметра атома водорода*. Но вот насекомое приходит в движение и направляется в ту сторону, откуда доносится стрекочущий призыв самца. Два органа слуха, помещающихся на передних лапках, позволяют с предельной точностью установить местонахождение источника звука, а для некоторых видов — и ультразвука. Таким образом, мир кузнечика во

---

[1] Здесь речь идет не об остроте обоняния, а о способности воспринимать разные запахи. *(Ред.)*

многом отличается от мира пчелы, ведь в него включен новый регистр возбудителей: область звуков и колебаний во всей ее полноте.

Можно было бы установить наличие многих других миров: мира запахов, в котором живут слепые муравьи; мира вкусовых и осязательных ощущений, окружающего термитов... Запомним же, что всегда, при истолковании поведения животных, нужно учитывать, что мир доходит до них иначе, чем до нас; только некоторые отдельные, кажущиеся нам несущественными признаки его воспринимаются их органами чувств.

Вместе с тем благодаря замечательной изобретательности экспериментаторов мы знаем, и зачастую совершенно точно, что именно доступно в нашем мире чувствам насекомых. В этом мы убедимся, изучая у насекомых зрение, которое особенно интересовало ученых.

ЗРЕНИЕ

В мои намерения не входит давать здесь трактат по анатомии, так же как не входит в мою задачу описание бесчисленных типов глаз насекомых. Каждому известно, что многие из них слепы, как, например, насекомые, обитающие в пещерах; что некоторые, такие, как гусеницы, обладают лишь *простыми глазками*, состоящими из весьма немногочисленных фасеток; что, наконец, ряд насекомых наделен сложными глазами, которые могут достигать огромного развития и покрывать почти всю площадь головы, как у стрекоз. Сложные глаза и простые глазки состоят из одних и тех же основных частей — *омматидиев*. Число их изменчиво и в сложных глазах может быть очень велико. Омматидии — это мельчайшие светочувствительные трубочки, окруженные оболочкой из пигмента. В конце, обращенном внутрь, за прозрачной роговицей, образовалось хрустальное тело, а за ним — светочувствительные клетки, сгруппированные вокруг прозрачной палочки-рабдома. От этих-то клеток и отходят нервные волокна, сложными путями достигающие мозга.

Мне кажется неинтересным продолжать это анатомическое описание, так как до сих пор недостаточность наших познаний не позволяет нам установить связь физиологических особенностей с тем или иным морфологическим складом. Заметим лишь, что световые точки, избираемые

омматидиями, слагаются в общее изображение, всегда довольно расплывчатое; причем омматидии и даже самый способ их связи с центральной нервной системой неодинаковы на всей поверхности глаза.

Кривизна поверхности глаза также может изменяться, иногда даже, в зависимости от зоны, довольно значительно. Все это приводит к тому, что глаз насекомого, как оптический инструмент, весьма далек от совершенства, по крайней мере он таков, если судить о нем с точки зрения человека. Дело в том, что он прекрасно приспособлен к другим функциям (см., например, ниже — «Глаз как «лупа времени»).

Методы изучения зрения. Современная физиология имеет в своем распоряжении приборы высокой чувствительности, позволяющие проводить исследования почти невероятной точности. Все основано на применении чудесного прибора, *катодного осциллографа*.

Пучок Х-лучей проходит через электрическое поле и ударяется об экран, покрытый флуоресцирующим веществом. Всякое изменение электрического поля отклоняет пучок лучей; с другой же стороны, всякое явление, связанное с нервной системой, сопровождается изменением потенциала; причем, как бы слаба ни была эта разница, ее можно усилить с помощью ламп с несколькими электродами и довести до такой степени, чтобы она могла воздействовать на осциллограф. С другой стороны, пучок Х-лучей не обладает инерцией: следовательно, каким кратким, каким мимолетным ни было бы явление, оно будет зарегистрировано.

Таким образом достигается почти невообразимая чувствительность, например, зерно пыльцы, прорастающее на пестике цветка, порождает токи, которые поддаются регистрации. В животном мире не нужно даже брать нерв целиком, достаточно нескольких волокон для того, чтобы через сверхчувствительные электроды передать осциллографу различие в их потенциалах.

Само собой разумеется, речь идет о дорогостоящих и сложных приборах. Но не следует забывать, что здесь, как и во всякой другой области, изобретательность исследователей зачастую позволяет открыть немало прямых путей, также ведущих к истине. Прекрасный пример такого открытия мы находим в области изучения способности видеть цвета. Эта способность была предметом почти

неразрешимого спора между экспериментаторами; все признавали, что насекомые реагируют на окрашенные щиты и цветки и как будто бы отдают предпочтение определенным окраскам. Но видят ли они их *как цвет* или только дифференцируют по *относительному различию в степени яркости окраски*? Представляется ли мир их глазам обесцвеченным как обычная фотография или окрашенным как цветная?

Этого вопроса экспериментаторам не удавалось разрешить, так как применяемая техника была недостаточно совершенной.

Идея первого опыта, способного разрешить эту проблему, принадлежит фон-Фришу. Положим в ряд,— предложил он,— листы различных оттенков серого цвета и среди них один лист, скажем, синий. Приучим с помощью нескольких капель меда пчелу (или любое другое насекомое) прилетать к синему листу. Как только будет закончена дрессировка, переложим синий лист в самый конец ряда серых. Если пчела найдет его среди серых, из которых один равен по яркости синему, это будет означать, что она видит в синем листе *качество*, отличное от всех серых, и мы будем вправе считать, что она видит синий как цвет. Но похож ли он на наш, человеческий синий цвет?

Казалось бы, мы слишком многого требуем от наших экспериментаторов; но их изобретательность победила и эту трудность, и все более и более вероятным представляется, что ответ на этот вопрос должен быть положительным. Выдрессируем пчелу, приучив ее прилетать за медом на лист пурпурного цвета, затем заменим его серым, на котором лежит несколько синих дисков; пчела будет садиться поблизости от этих дисков, в непосредственно прилегающей к ним зоне серого цвета. Следовательно, пчела, как и мы, воспринимает *одновременный контраст*, и серый цвет в соседстве с синим кажется ей пурпурным. Следовательно, пчелы, по всей вероятности, не только видят цвета, как мы, но, очевидно, поддаются тем же оптическим иллюзиям.

Вы без труда уясните себе этапы развития техники дрессировки.

Посредством дрессировок можно изучать способность насекомых видеть формы и движения, а также остроту их зрения. Очень легко установить, какие формы они различают и какие путают. Но чрезвычайно (почти чрезмерно!)

плодотворной оказалась другая техника — техника оптомоторной реакции или оптокинетического[1] рефлекса.

Когда животное, в данном случае насекомое, помещают в центре вращающегося цилиндра, покрытого черными и белыми полосами, то оно всегда направляется к этим полосам и движется вслед за ними (или кружится в обратном направлении, в зависимости от того, какое это насекомое). Уменьшая ширину полос, можно без труда довести их до того размера, когда они уже не возбуждают никакой реакции.

Следовательно, можно измерить остроту зрения. Освещая полосы сильнее или слабее, можно убедиться в том, что насекомые продолжают различать формы при таком освещении, при котором человеческому глазу уже трудно что бы то ни было увидеть.

Выводы. Насекомые хуже, чем человек, воспринимают относительные различия в яркости окраски. У пчелы эта восприимчивость в 20 раз слабее, чем у человека, способного видеть в окраске двух листов разницу в содержании белого цвета, составляющую 3,89 процента, в то время как для пчелы эта разница должна составлять не менее 16—21 процента. У дрозофил чувствительность, очевидно, еще слабее, и самый интенсивный по яркости цвет должен быть в сто раз ярче самого бледного для того, чтобы они ощутили их разницу. Приблизительно то же мы наблюдаем и у бабочек, и у прямокрылых, как, например, у палочника (Carausius morosus).

У некоторых насекомых, например у Macroglossa stellatarum (у этой красивой бабочки с характерными крыльями, которая благодаря своему длинному хоботку высасывает нектар из цветков на лету, никогда на них не садясь), можно выявить способность к восприятию контрастов; эта способность выражается в том, что светло-серая плоскость, расположенная последовательно рядом с черным щитом, а затем рядом с белым, покажется в первом случае светлее, а во втором — темнее. И, действительно, эта бабочка, укрывающаяся на ночь в темных щелях, забивается в лаборатории под темные диски подходящего размера; но если приготовить для нее два диска одного тона, из которых один лежит на темно-сером фоне,

[1] Оптомоторный, оптокинетический, то есть зрительнодвижущий, зрительнодвигательный. *(Ред.)*

а другой — на черном, она выберет первый, кажущийся благодаря контрасту более темным.

Цветовое зрение. Что же касается *способности видеть цвета*, то отличительная ее черта заключается, несомненно, в расширении границ видимого спектра в сторону коротких волн, в то время как красный цвет многие насекомые не отличают от темноты.

Я уже говорил в начале этой главы о пчелах. В основном фон- Фришу и его ученикам мы обязаны тем, что знаем о способности этих насекомых вѝдеть цвета, а знаем мы о ней много. Так, пчелы, приученные прилетать на капельки меда, расположенные в сине-зеленой зоне солнечного спектра, перестают прилетать, если поставить кормушку на сине-зеленую бумагу. Это легко объяснимо: бумага отражает много ультрафиолетовых лучей, которые, смешиваясь с сине-зеленым цветом, изменяют его. Это можно доказать, приучив пчел прилетать за медом на сине-зеленую бумагу: она перестает привлекать их, если во второй фазе дрессировки покрыть бумагу эскулиновым [1] фильтром, совершенно прозрачным для видимых лучей, но непроницаемым для ультрафиолетовых. И, наоборот, пчелы, выдрессированные на белую бумагу, путают ее с сине-зеленой, покрытой эскулиновым фильтром, следовательно, для пчел ультрафиолетовый цвет совпадает с дополнительным к сине-зеленому.

Представляется ли им этот дополнительный цвет таким же, каким видит его человек, то есть красноватым? Чтобы установить это, потребовались бы опыты, в которых данный цвет был бы противопоставлен различным красным цветам, но подобные опыты невозможны — пчелы не видят красного. Таким образом, «пчелиный красный» находится, вероятно, на противоположном «человеческому красному» конце спектра. Впрочем, кто знает, не может ли один и тот же цвет иметь для разных животных *несколько* различных дополнительных цветов, которые, конечно, недоступны человеку?

Задаешь себе вопрос: что здесь более достойно восхищения, изобретательность ли ученых, благодаря которой они перешагнули через границу того, что может показаться недоступным, или волнующий характер выводов, к которым они нас приближают?

---

[1] Эскулин — вещество, получаемое из каштанов. *(Ред.)*

Пчела посещает мак ради пыльцы, нектара он не дает. Но она легко находит этот цветок, если даже заслонить его черным стеклом, непроницаемым для видимых лучей, зато пропускающим ультрафиолетовые. Следовательно, этот «цвет», отраженный лепестками мака, имеет для пчелы, по меньшей мере, то же значение, что для нас красный. С помощью подобных опытов можно легко доказать, что ультрафиолетовый цвет служит пчелам для опознавания многих цветков, представляющихся человеческому глазу окрашенными в разнообразные цвета.

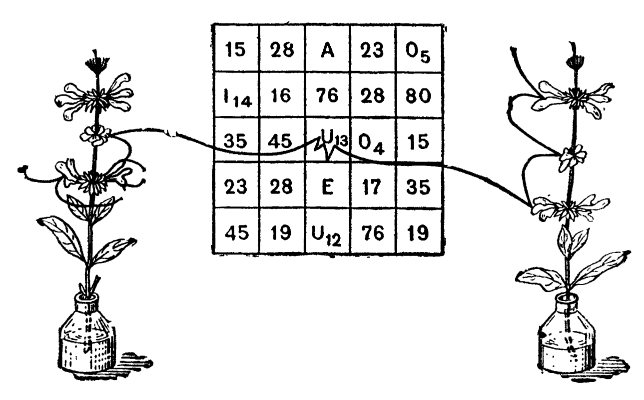


Рис. 1. Полет Deilephila к дощечке такого же синего цвета, как и шалфей, с которого она прилетает; дощечка лежит среди других дощечек, окрашенных в разные оттенки серого цвета. Этот опыт показывает восприятие синего как цвета (по Ильзе).

В отличие от пчел бабочки из семейства белянок Pieridae отличают желтый от зеленого и различают красный цвет. Бабочки Plusia тоже видят красный и даже охотнее собирают мед с красных цветков гвоздики Шартрэ Dianthus carthusianorum. Что же касается бражников (Deilephila), посещающих цветки шалфея, то они, вероятно, очень тонко чувствуют красно-фиолетовый, который не смешивают с сине-зеленым даже при таком слабом освещении, когда человеческий глаз вообще уже не различает цветов. В большинстве случаев у многих других насекомых чувствительность к цвету развита довольно слабо.

Способность видеть формы. Эта способность мало развита у насекомых. Все они в большей или меньшей степени близоруки или астигматичны. В самом

зачаточном состоянии способность видеть формы проявляется, несомненно, в поведении, которому Кальмус дал варварское название фотогоротаксиса. Такое поведение встречается у насекомых, автоматически двнжущихся вдоль начерченных на белой бумаге черных полос. При этом они придерживаются границы черного и белого. Можно провести данный опыт более интересно, взяв для него перепончатокрылое Trigona или любое другое насекомое, способное видеть ультрафиолетовый цвет. В этом случае полосы окрашивают двумя белыми красками, одна из которых отражает ультрафиолетовые лучи.

Зрелище получается ошеломляющее: насекомое неотступно придерживается границы между двумя белыми полосами, которой человеческий глаз не в состоянии увидеть.

Способность пчел видеть формы. Техника, которая путем дрессировки приводит пчелу к тому, что она ассоциирует различные рисунки с наличием меда, достигла блестящего развития. Скажем кратко (с тем, чтобы вскоре опять к этому возвратиться), что пчелы, по-видимому, могут различать одновременно контраст фигур и фона, большую или меньшую протяженность контуров фигур, резкость этого контраста, особенности их очертаний. И все же пчелы смешивают представляющиеся нам весьма различными треугольники, квадраты, круги и эллипсы, которые вообще не стоят ниже порога их чувствительности. Это связано с неравномерной кривизной глаза, сильно деформирующей восприятие фигур, как это видно из прилагаемой схемы Дель Портильо (рис. 2).

Пчел привлекают главным образом фигуры с сильно изрезанными очертаниями. Это наводит на мысль о том, не сводится ли вообще их способность видеть формы лишь к восприятию «мигания». В этом, быть может, и кроется причина того, что насекомые посещают главным образом цветки, колеблемые ветром, или бумажные цветки, приводимые в движение экспериментатором. Они летят также на движущиеся полосы и тем охотнее, чем быстрее эти полосы движутся; привлекают их и мигающие огни, пропорционально частоте мигания (конечно, в известных пределах).

Матильда Герц (Германия) посвятила много лет изучению вопроса о восприятии пчелами форм. Полученные ею результаты поистине поразительны как по многочислен-

ности, так и по тому, что они буквально вводят нас «в мозг» пчелы.

М. Герц начинает с проверки привлекательности для пчел фигур с извилистым контуром, но обращает внимание и на фактор «сближенности контуров», благодаря которой фигуры меньшего размера привлекательнее, чем большие. Следует сразу же отказаться от гипотезы о

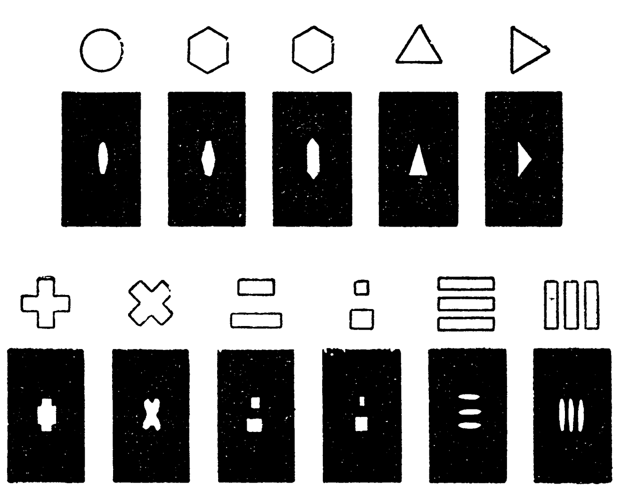


Рис. 2. Неравномерная выпуклость глаза пчелы обусловливает деформацию различных геометрических фигур при восприятии их пчелой (по Дель Портильо, 1936 год).

значении сходства с внешностью цветков, которые насекомое встречает в природе. Эта гипотеза безосновательна, так как изображение цветка может возбудить у пчелы значительно меньший интерес, чем черно-белая шахматная доска, которая для нее более расчленена. Здесь играют роль не память, а скорее присущие фигурам свойства, «организация» восприятия. Причем фигуры распознаются не по одной из частей, не по цвету, не по общему направлению их основных контуров, даже не по «богатству этих контуров», а скорее всего по месту, занимаемому ими внутри некоего целого. Возьмем, например, черную окружность с черной точкой в центре; пчелы будут садиться главным образом в центре, даже если мы уменьшим размеры точки до минимума, доступного зрению. Если оставить

белое пятно в середине центральной точки, рабочие пчелы будут останавливать свой выбор скорее на окружности полученного таким образом черного кольца, чем на его белом центре. Признак «внутренней черной фигуры» силь-

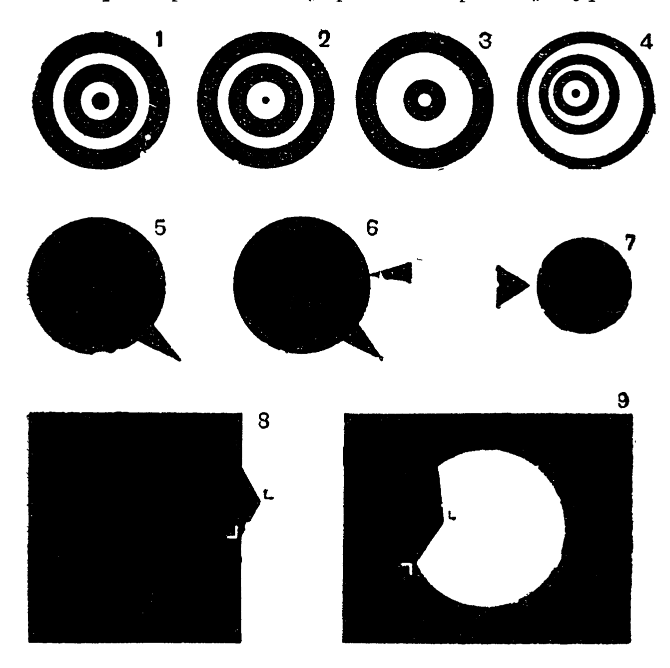


Рис. 3. Организация поля зрения у пчелы (по Герц).

В фигурах *1* и *2* пчелы избирают центр. Если в центре находится белый круг, они садятся в основном на черное кольцо, окружающее белый диск *(3)*; «внутренняя черная фигура» сильнее «белого центра». Расстояние относительно контуров не влияет на выбор, как можно увидеть в опыте с фигурой *4*, в которой пчелы всегда предпочитают центр, хотя он и смещен. Если пчелам предложены черный круг и треугольник, приставленный основанием к кругу, пчелы садятся поблизости от треугольника, в зоне, где неправильность контуров проявляется сильнее *(5)*. Детали контура, которые выглядят слишком мало связанными со всей фигурой в целом, не привлекают пчел; если треугольник приложен к кругу вершиной, предпочтение будет оказано другой фигуре, приложенной к нему основанием *(6)*. Наличие углов влияет на выбор фигуры только как часть целого, а не изолированно: пчелы в равном количестве будут садиться и на треугольник, и на диск, лежащие рядом, но не соприкасающиеся *(7)*. В фигурах *8* и *9* пчелы не различают угол, выступающий наружу, и угол, вдающийся внутрь, и садятся одинаково на белое и черное.

нее признака «белого центра». Если увеличить размеры центральной фигуры, выбор становится менее определенным, но в том случае, когда центр обведен несколькими концентрическими черными кругами, ему всегда оказы-

вается предпочтение. Оно сохраняется даже и в том случае, когда внутренняя фигура эксцентрична, и даже если концентрические круги отклонены от центра. Следовательно, привлекательность не зависит от абсолютного расстояния по отношению к ближайшему контуру или от положения по отношению к геометрическому центру. Если показать рабочей пчеле черный круг с узким треугольником, основание которого приклеено к кругу, пчела окажет предпочтение треугольнику, так как здесь перевес будет на стороне фактора «неправильности очертания». Но если приклеить треугольник к кругу вершиной, притягательная сила его значительно уменьшится: слабому зрению пчелы он представится менее связанным с кругом, а детали, слишком отделенные от целого, не привлекают ее.

Мы, однако, не станем утверждать с излишней поспешностью, что угловатость контура является для фигуры самой значительной особенностью, так как треугольник и круг черного цвета, примерно одинаковые по площади и поставленные рядом (но не соприкасающиеся), не дают никаких различий в выборе. Угловатость контуров действует на пчелу лишь в общей совокупности признаков, но не изолированно. Выступающие углы по всей видимости отличаются ею не более, чем обращенные внутрь. Используя определения Gestaltpsychologie [1], не угол как таковой, а неровность контуров всегда является самым «метким» (prägnant) фактором.

Аналогичные опыты легко провести не только на *плоскости*, но и на *объемных телах*. Прежде всего пчела предпочитает бумажный цветок с вырезными лепестками, расположенными в нескольких плоскостях к тому же цветку, распластанному между двумя стеклянными пластинками. Оказавшись перед конусом или пирамидой, она не сможет четко отличить вершину или грани от теней, падающих на субстрат. Но если осложнить контуры вершины одного из конусов, укрепив на ней пятиконечную звездочку, пчела будет садиться на нее. При виде шести конусов, основания которых покоятся на листе бумаги, и шести других, опрокинутых вверх основаниями, пчелы полетят на вторые, так как края у них виднее и тени резче. Черные конусы на

---

[1] Gestaltpsychologie (немецк.) — психология образов. Гештальтизм—теория, одно из основных положений которой заключается в том, что восприятие целого опережает восприятие частей. *(Ред.)*.

черном фоне или серые конусы дают тот же результат. Если взять маленькие выпуклые или вогнутые диски, верхушки которых покрыты неровностями с острыми краями, пчелы полетят к верхушкам, но привлекают их при этом именно края или теневые контрасты, а отнюдь не выпуклость или вогнутость, которые они явно путают.

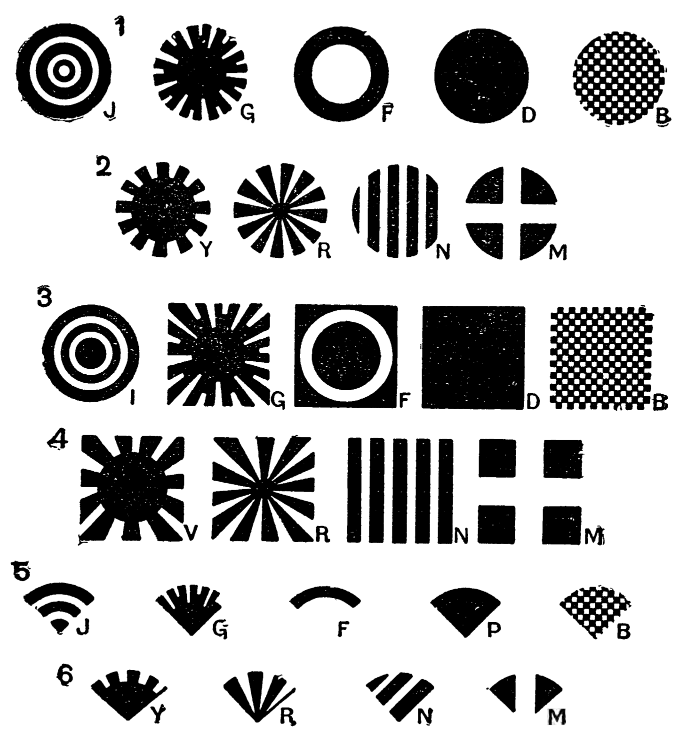


Рис. 4. Пчела избирает эти фигуры в порядке возрастания интереса (по Церрану).

Первый и второй ряды: F, D, N, M, J, У, G, R, B. Средние ряды: D, N, V, G, F, I, M, R, B. Нижние пятый и шестой ряды: F, M, P, J, G, N, R, У, B.

Если два листа картона поднять на разную высоту, то тень от одного из них будет темнее, чем от другого, пчел привлечет более темная тень. Этот факт не лишен биологического значения, так как в природе пчелы бесспорно предпочтут плоским, широким цветкам цветки с глубокими чашечками, с резко контрастными тенями.

Однако дрессировка на серый цвет определенного качества, так же как и на тень определенного качества, невозможна; выбор пчел зависит главным образом от контраста, их восприятие «структурно» (зависит от расположения частей целого).

Поставим рядом диск глубокого черного цвета и несколько серых треугольников: сначала пчелу привлечет

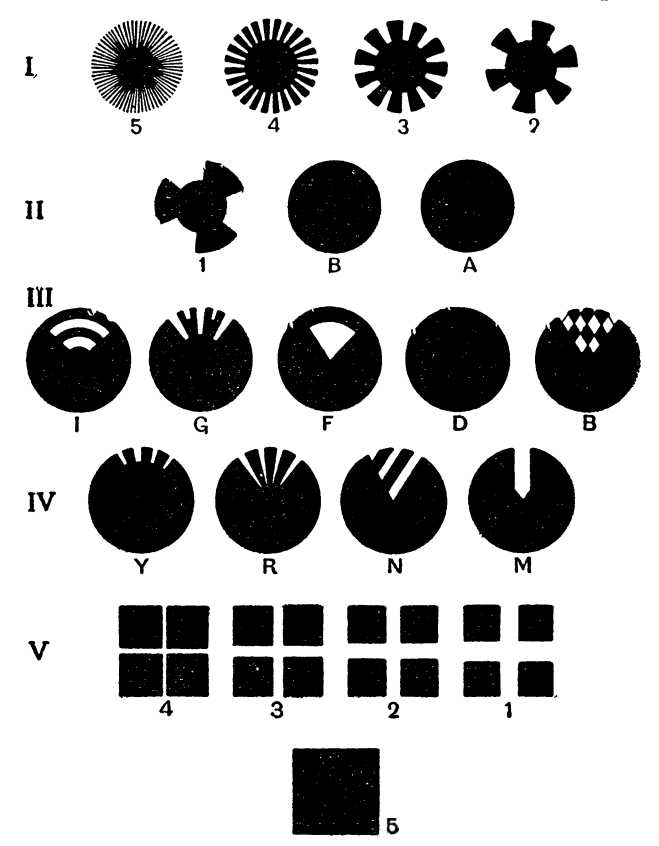


Рис. 5. Пчела выбирает эти фигуры в следующем порядке (порядок возрастания частоты выбора).

Первый и второй ряды сверху: фигуры *А* и *В* — контроль. Фигура *5* выбирается несколько чаще, чем *А* или *В*; *4*, *2* и *3* — выбираются чаще всего. Ширина зубцов фигуры: 2—5 сантиметров; 3—2,5; 4—1,25; 5—0,31 сантиметра. Третий и четвертый ряды: F, M, R, D, I, G, N, У, B. Пятый ряд: пчеле предлагают четыре белых креста, концы которых имеют 2; 1; 0,4; 0,2 сантиметра ширины, с черным квадратом в качестве контроля. Кресты 4, 3, 2, 1 выбираются в возрастающем порядке.

диск, как самый черный, но пройдет несколько времени, и часть рабочих пчел изберут треугольники, как обладающие более сложным контуром. Степень возбуждающего действия различных форм может, следовательно, изменяться. Причем она не находится в прямой зависимости от резкости, с которой фигуры выделяются на фоне, а подчинена более сложным законам.

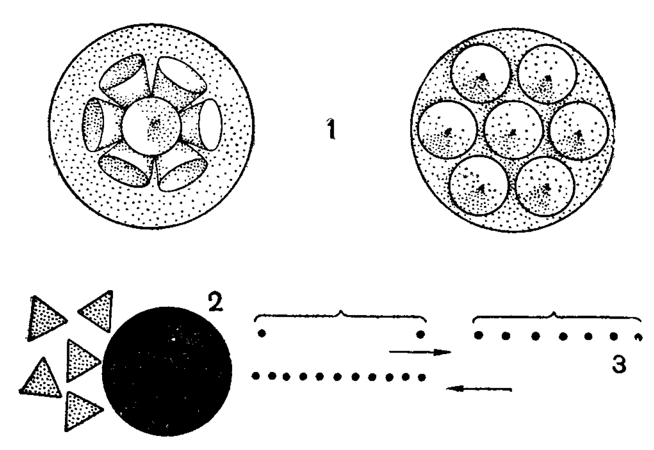


Рис. 6.

1—бумажные конусы, поставленные на основания или на вершины; пчелы направляются к фигуре слева, на которой видны более резкие тени. *2*—помещают рядом густо-черный круг и несколько более светлых треугольников: пчелу привлекает сначала более темный круг, а затем треугольники, составляющие более сложную фигуру. *3*—пчелы могут отличать пунктирные линии, предпочитая более частый пунктир (по Герц).

Пчелы могут различать, правда, довольно примитивно, не только фигуры или тела, но даже прямые или ломаные линии. И здесь наблюдается то же ясно выраженное предпочтение сложных форм. Наконец, простые точки, выстроенные в ряд или образующие фигуры, дают возможность наблюдать подобные же явления.

Немецкий исследователь Баумгартнер утверждал, что если фигуру, которая должна быть опознана, поместить поблизости от летка, то его соседство сильно повлияет на степень привлекательности фигуры. Все, что окружает выход из улья, очевидно, становится более prägnant (мы опять используем этот термин). Но Фридлендер опроверг эти выводы. Он помещает мед в ящичек, в который пчела может проникнуть лишь через отверстие, украшенное

различными фигурами. Пчела различает их так же хорошо и тогда, когда леток находится от них на некотором, иногда даже значительном расстоянии. Однако окрашенные листы больше привлекают пчел, когда они находятся ниже летка, так что это отверстие, по всей вероятности, играет все-таки довольно значительную роль.

Способность бабочек и гусениц видеть формы. Перламутриницы Argynnis paphia и крапивницы Vanessa вытягивают хоботок, когда перед ними ставят различные черные или цветные рисунки. Этот опыт позволил Ильзе изучить их способность видеть формы. Она пришла к выводам, по существу весьма близким к тем, которые мы сделали, наблюдая пчел. Фигуры темного цвета, с очень сложным контуром, производят наиболее четкое действие. Существует оптимальная площадь приманки, при которой она обладает наибольшей привлекательностью при условии, однако, ее резкой контрастности с фоном.

Но еще удивительнее то, что даже новорожденные гусеницы Lymantria, поведение и зрение которых слаборазвиты, направляются к некоторым вполне определенным предметам. Гундертмарк ставит перед ними вертикальные черные дощечки. Гусеницы направляются к тем, которые суживаются кверху, предпочитая их более узким у основания и таким, ширина которых и вверху и внизу одинакова. Дощечки разных размеров, но видимые под одним углом, представляются им одинаковыми. В предметах же шириной 12 сантиметров и отстоящих от гусениц на 30 сантиметров они могут замечать разницу даже в сантиметр и всегда выбирают из двух дощечек более высокую. Предметов высотой более 12 сантиметров и шириной 13—19 сантиметров они не различают.

Когда молодым гусеницам показывают четырехугольные щиты, одинаковые по площади (100 квадратных сантиметров), но отличающиеся по форме, они предпочитают те, у которых отношение высоты к ширине равно 1 : 6. Среди щитов, представляющих различные по форме равнобедренные треугольники, площадью 100 квадратных сантиметров каждый, они избирают те, у которых отношение высоты к ширине равно 1 : 8.

В отношении размеров гусеницы всегда руководствуются расстоянием от верхнего края фигуры до ее основания, а не удаленностью верхнего края от субстрата; следова-

тельно, реакция не изменится, если поднять щит над субстратом.

Наконец, из двух одинаковых предметов, из которых один длиннее по горизонтали, а другой — по вертикали, избирается всегда второй, но молодые гусеницы, по-видимому, не отличают цилиндра от прямоугольного щита той же высоты, ширина которого равна диаметру цилиндра.

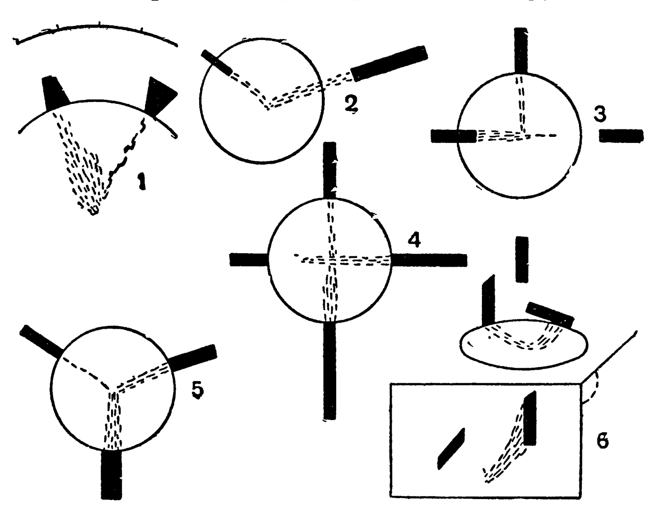


Рис. 7. Иллюстрация к опыту с гусеницами Lymantria monacha. Пояснения смотри в тексте (по Гундертмарку).

Прилагаемая таблица (рис. 7), составленная Гундертмарком, прекрасно иллюстрирует эти опыты. В первом варианте два равных по площади черных щита поставлены на равном расстоянии (30 сантиметров) от гусениц: гусеницы направляются к тому щиту, у которого основание шире вершины. Во втором варианте два щита, различных по размерам и площади, рассматриваются под одним углом 120 градусов вследствие их неравной удаленности от центра. Гусеницы направляются к этим щитам в приблизительно равном количестве. В третьем варианте одинаковые щиты расположены на расстоянии 20, 30, 40 и 50 сантиметров от центра: гусеницы направляются к ближайшему из них. В четвертом варианте щиты равной ширины помещены на равном расстоянии; гусениц привлекает самый высо-

кий из них. В пятом варианте щиты равной высоты, но разной ширины (2, 6, 10 сантиметров), помещенные на равном расстоянии, привлекают гусениц прямо пропорционально своей ширине. В шестом варианте, в котором один из двух одинаковых щитов поставлен горизонтально, а другой вертикально, гусеницы выбирают последний. Но если всю конструкцию наклонить под углом в 90 градусов, то лежащий горизонтально щит окажется в вертикальном положении, и гусеницы будут выбирать его; следовательно, направление силы тяготения не влияет на их поведение.

Возможно, что все эти особенности видения форм у Lymantria monacha биологически обусловлены: молодые гусеницы, действительно, должны ползти вверх по деревьям, то есть по предметам, более протяженным в высоту, чем в ширину, и возвышающимся над горизонтом.

Способность видеть движение. «Лупа времени». Основные работы, касающиеся способности насекомых видеть движения, принадлежат Аутруму и его школе. Но, чтобы хорошо понять их, нужно рассмотреть некоторые детали техники электрофизиологии, применяемой при исследовании органов чувств.

Аутрум вычислил частоту световых вспышек, необходимую для того, чтобы потенциал действия, соответствующий каждой вспышке, перестал проявляться.

Первые вычисления относились к пчелам. Тончайшие электроды, введенные в глаз пчелы, были связаны с катодным осциллографом. Сначала раздражение глаза вызывалось очень короткими вспышками. На пленке осциллографа каждый раз появляются небольшие положительные волны; глаз «различает» вспышки, которые следуют одна за другой, и при каждой вспышке передает электродам ток реакции. Аутрум увеличивает частоту вспышек до тех пор, пока на пленке, движущейся с большой быстротой, отмечается лишь одно отклонение в начале освещения и другое в конце его, когда снова наступает темнота, то есть глаз уже перестает отличать от постоянного освещения следующие одну за другой вспышки. «*Частота, необходимая для слияния*», достигнута. И вот оказывается, что для пчелы она очень велика — до 300 вспышек в секунду; так же обстоит дело у мух и у ос.

Те же результаты можно получить, прибегнув к зрительно-двигательной реакции. Для этого достаточно измерить быстроту вращения покрытого мелкими полос-

ками цилиндра, при которой насекомое, помещенное внутрь, перестает следовать его движению. Это произойдет тогда, когда светлые и темные полоски представятся ему слившимися в сплошной серый цвет. Таким образом, если бы мы вздумали устраивать кино для пчел, то для того, чтобы у них создалась иллюзия движения, потребовалось бы пропускать фильм с быстротой около 300 кадров в секунду.

Напомним, что у человека слияние изображений происходит обычно менее чем при 30 сменах кадров в секунду. Формы же движущихся тел различимы лишь при условии, если каждая точка изображения в течение 50 тысячных секунды занимает на сетчатке зону, в которой находится светочувствительный элемент. Это предельное время, порог, ниже которого световые впечатления сливаются. Для мухи же, например Calliphora, это время составляет 10 тысячных секунды. Исходя из величины выходного угла омматидия, предмет диаметром 2,25 сантиметра, видимый на расстоянии метра, занимает один омматидий; если муха пролетает 5 метров в секунду, предмет будет видимым для каждого омматидия в течение 10 тысячных секунды и, следовательно, будет виден очень отчетливо. Человек же в этих условиях увидел бы лишь промелькнувшую тень, так как предмет воздействовал бы на его сетчатку лишь в течение 0,0001 секунды. Насекомое обладает, по яркому определению Аутрума, «*лупой времени*» (Zeit. lupe), увеличивающей число мгновений в единице времени. Не нужно забывать также, что размеры омматидиев весьма различны на разных участках глаза. В частности, их диаметр больше в передней зоне, нежели в задней. Таким образом, предметы дольше воспринимаются каждым омматидием, когда они находятся ниже насекомого в полете, и насекомое будет их различать яснее, чем если бы они находились впереди него. Очевидно, насекомое удивительно хорошо приспособлено для видения предметов во время полета. Но возможно, что мухи и пчелы теряют в одном отношении то, что выигрывают в другом, так как глаза у них маловосприимчивы к свету, и проигрывают в остроте восприятия то, что выигрывают в быстроте возбуждения.

Но не у всех насекомых глаза построены как у пчелы. Большая часть медленно двигающихся ночных насекомых характеризуется зрением, сильно отличающимся физиологическими особенностями от зрения пчелы. Например,

частота, необходимая для слияния, составляет лишь 8—10 раздражений в секунду для таракана Periplaneta americana или кузнечика Tachycines asynamorus и 20—40 для плавунцов или для саранчи Melanoplus. Зато чувствительность их значительно выше, чем у видов с «быстрым» зрением. Например, способный возбудить действие минимум освещения составляет для Calliphora $7 \cdot 10^{-8}$ свечей на квадратный сантиметр, для Tachycines только $5 \cdot 10^{-5}$ (в 140 раз слабее) и для палочника Carausius morosus $1 \cdot 10^{-5}$ (в 700 раз слабее).

Следует отметить, что зрительной физиологии тараканов и кузнечиков не приходится разрешать тех же задач, что пчелам или мухам; все дело в том, что каждый приспособлен к своему образу жизни.

Одна из труднейших проблем физиологии насекомых. Мгновенная интеграция; физиология и кибернетика. Трудно поверить, чтобы наблюдения за насекомым, находящимся в центре вращающегося цилиндра, могли дать материал для постановки столь значительных проблем. Это, действительно, пример почти безгранично плодотворной техники, пример машины для открытия фактов. Число возможных комбинаций полос, начерченных на цилиндре, ошеломительно, а немецкие ученые на протяжении долгих лет вели опыты с всевозможными цилиндрами! Результат, как увидим, довольно неожиданный и уводит далеко за пределы обычных наблюдений над способностью насекомых видеть движение.

Немецкий ученый Кальмус работал над Drosophila и Musca. Он помещает их сначала внутрь двух цилиндров, которые, находясь на одной общей оси, могут вращаться независимо один от другого. Внутренний цилиндр покрыт черными и белыми полосами, причем на месте некоторых белых полос проделаны окна, через которые подопытное насекомое может видеть наружный цилиндр.

Согласно относительно простому закону, движения мух зависят от соотношения скорости движения двух цилиндров и ширины полос. Можно получить такой же результат, возмещая ускорение движения одного из цилиндров большим количеством полос на другом.

Когда муха заключена в горизонтальную трубку в середине цилиндра так, что она лишена возможности поворачиваться, а может лишь передвигаться по прямой линии

взад и вперед, реакций не наблюдается, если только трубка находится в центре. Кажущееся вращение должно тогда прекратиться благодаря равному зрительному восприятию каждым глазом двух противоположно направленных движений. Реакция возникает снова, как только с одной из сторон трубки ставится картонный экран. Но будем вращать перед насекомым не цилиндр, а диск с рисунком в виде спирали; насекомое движется по направлению к диску тогда, когда нам кажется, что спираль скручивается; когда же нам кажется, что спираль разворачивается, насекомое убегает от диска.

Кальмус вращает под чашкой Петри также две системы полос, по одной под каждой половиной, системы эти движутся во взаимно противоположном направлении. Заключенное в чашке насекомое будет следовать только за движением цилиндра с большим количеством полос. Но когда под чашкой вращают диск с расположенными лучеобразно полосами, насекомое движется вдоль стенок чашки Петри, описывая довольно узкие витки.

Каков же вывод из всего этого?

По мнению Кальмуса, с помощью теории тропизмов невозможно объяснить зрительно двигательные реакции (сопровождающиеся к тому же совершенно особыми положениями тела, которые я здесь не описываю). Эти реакции указывают на предположенное Шеррингтоном на основании других опытов существование некоего центра, интегрирующего восприятия и координирующего ответные реакции. Понятие «интеграция» имеет в данном случае как физиологический, так и математический смысл. Центральная нервная система мухи, должно быть, способна, наподобие сервомеханизма, управляемого на расстоянии снаряда, вычислять (по выражению Кальмуса) интегралы, которые дают составляющие векторов T (передача) и R (кажущееся вращение). Разумеется, речь идет о расчете такого же типа, как расчет, выполняемый счетными машинами, а не о работе сознания. Во всяком случае, муха, как и человек, может, очевидно, оценить перемещение предмета в то время, как перемещается и она сама. Это допускала уже Герц. Она помещала насекомое внутрь вращающегося полосатого цилиндра, нижняя половина которого остается неподвижной в то время, как верхняя вращается. Выяснилось, что насекомое реагирует только на движение верхней половины. А ведь собственное его передвижение

передает на его сетчатку полосы, расположенные только на неподвижной части цилиндра.

Но профессор фон-Бугденброк и его ученик Моллер Ракке не получают подобных результатов на Calandra oryzae. В приборе, подобном прибору Герц (подвижные верхние полосы, неподвижные нижние), петли, описываемые подопытным насекомым, настолько широки, что, по сути дела, можно говорить уже о прямых линиях, как будто бы воспринимаемое сетчаткой кажущееся передвижение нижних полос сводит на нет последствия реального передвижения верхних.

При ближайшем же рассмотрении явление оказывается еще более сложным. Так, Calandra oryzae реагирует на поступательное и обратное движение полос, а Calandra granaria— только на движение, направленное вперед. Если покрыть лаком правый глаз Granaria, она описывает петли в правую сторону и в белом и в полосатом цилиндрах; если же проделать то же с C. oryzae, то она будет сворачивать вправо в белом цилиндре и влево в полосатом; следовательно, здесь кажущееся движение изображений на сетчатке дает эквивалент вращения цилиндра в левую сторону и таким образом смешивается с перемещением предметов.

Кроме того, при известных условиях мухи могут реагировать на полосы неподвижного цилиндра. Будденброк и Моллер Ракке утверждают, что они наблюдали это у сирфиды Eristales. Но, вероятно, речь идет скорее о реакциях на неподвижные предметы, чем об оптомоторных рефлексах; да и горизонтальные полосы дают тот же результат.

Другой немецкий ученый, Гассенштейн, исследовал те же явления, используя в своих опытах жесткокрылое насекомое Chlorophanus viridis. Приемы Гассенштейна весьма оригинальны; насекомое не может двигаться, но держит между лапками шарик, скатанный из тонких листочков металла, который оно может вращать на все лады, что дает возможность точно устанавливать локомоторные реакции. Насекомое помещают внутрь вращающегося цилиндра, который виден ему только через прорезанные на равном расстоянии окошечки другого неподвижного цилиндра. Изменяя размер этих окошечек и ширину черных полос цилиндра, можно сделать так, чтобы для одного омматидия свет сменялся темнотой в то время, как соседний с ней омматидий будет переходить от темноты к свету;

тогда долгоносик «вращается» в направлении, обратном движению полос. И, наоборот, когда ширина окон отрегулирована так, что ряд омматидиев одновременно переходит от света к темноте, долгоносик вращается в том же направлении, что и цилиндр. Итак, физиологическая структура, необходимая для восприятия движения, состоит для Chlorophanus из двух омматидиев. Но когда боковое движение полос сменяется вертикальным, жесткокрылое насекомое выглядит дезориентированным, и металлический шарик в его лапах движется без определенной системы.

Чем объяснить тот парадокс, что направление движения изменяется с изменением ширины полос, а также когда омматидии получают то одинаковое, то разное освещение?

Если я счел своим долгом сделать упор на эти явления, вносящие столь обескураживающее осложнение, то я сделал это именно потому, что они представляются мне весьма важными для философии природы. Кажется, что, особенно в отношении работ Кальмуса, можно было бы придумать десятка два других комбинаций и испытать их сотней различных способов, и все это привело бы лишь к выводу об ужасающей, не поддающейся простому объяснению, сложности. Машина для открытия фактов работает, но она не дает нам обобщающей их гипотезы, она даже как бы уводит нас все дальше от нее.

Это напоминает другие серии опытов в области передвижения и механизма ходьбы шестиногих. И здесь техника проста и поддается весьма наглядным изменениям, дающим очень много материала. Ритм ходьбы шестиногих постоянен: каждая ножка выступает вперед в определенный по отношению к другим ножкам момент; но в ритме этом могут возникнуть известные изменения при переходе от шага к бегу. Существуют, наконец, различные варианты для разных видов насекомых. Нет ничего проще, как отсечь одну или несколько ножек; это не прекращает ходьбу, но немедленно изменяет ритм, различно в зависимости от того, какая или какие из ножек удалены. Можно также отрезать часть нервной цепочки, полностью или частично (например, произведя сечение лишь одного из нервов, связывающих грудные ганглии). В таком случае наблюдаются другие изменения в ритме, которые невозможно сопоставить с первыми, и т. д. ...

Вывод из этого опыта тот же, что и из опытов над оптокинетическим рефлексом: огромное скопление фактов, из-

меняющихся в зависимости от вида взятого насекомого, и никакой возможности по-настоящему интегрировать их, то есть сделать шаг вперед.

Организм — сложный агрегат, интегрирующий сложнейшие стимулы. Но, быть может, наши затруднения происходят от априорной философской позиции. Как мы увидим в главе о тропизмах, в умах многих ученых коренится уверенность в том, что фактам поведения может быть дано *простое* объяснение, а ведь здесь-то и кроется, вероятно, заблуждение.

Анатомия и гистология неопровержимо свидетельствуют, что агрегат организма чрезвычайно сложен. Физиология нервов учит нас, что внешние раздражения «модулируются», перерабатываются заново органами чувств. Но некоторые специалисты, занимающиеся проблемами поведения, упорствуют и не хотят ничего видеть и слышать. Их примитивная и отсталая концепция ассоциативности требует того, чтобы все можно было объяснить простым действием рефлексов, когда возбудитель непосредственно вызывает реакцию.

Сравнение организма с простейшей машиной исходит от самого полезного и самого вредного приема рассуждения — аналогии. А нам нужно искать наши сравнения, по выражению Кальмуса, в области ракет с ищущей головкой и сложнейших счетных машин. Если, работая в области биологии, вы полагаете, что выделили одну простую реакцию, то почти наверное вы либо заблуждаетесь, либо находитесь в обстановке настолько искусственной, что из нее нельзя сделать никаких выводов. Собака Павлова, заключенная в «башню молчания», уже не собака. Всякое живое существо, как бы оно ни было примитивно (как будто живое существо может быть «примитивным»!), представляет чрезвычайно сложный агрегат, постоянно интегрирующий всегда сложную обстановку.

А значит, именно к исследованию законов интеграции и должен стремиться биолог. В этом состоит концепция, новая во многих отношениях. Чтобы пояснить ее, вообразим, что некий разумный марсианин находится перед батареей противовоздушной обороны, оснащенной радаром, или перед счетной машиной и старается разобраться в их устройстве.

Сообразно с тем, что он узнает из опыта о действии этих машин, он попытается установить основную схему элект-

ронных соединений, необходимых для объяснения непонятных ему явлений. Эта основная схема, в свою очередь, поведет за собой гипотезы, нуждающиеся в проверке. Мало-помалу он проникнет в суть последних деталей этого устройства. Не говорите, что здесь речь идет о весьма гипотетичной конструкции, потому что некоторые исследователи уже вполне успешно пробовали это сделать. Это — кибернетический опыт.

Кибернетический опыт. Первый опыт был предпринят фон-Гольстом, пытавшимся получить представление о принципах устройства плавников у рыб и столкнувшимся с теми же трудностями, что и энтомологи в вопросе об оптомоторном рефлексе или о передвижении. Большая трудность состоит в том, чтобы понять регуляцию между движениями плавника, рассматриваемого как единое целое, движениями лучей и находящимися в разной степени подчинения координирующими нервными центрами.

Фон-Гольсту удалось достичь своей цели только тогда, когда он построил механическую модель плавника с необходимыми для воспроизведения всех его движений электрическими соединениями.

Еще позднее в Мексике и в США над физиологией мышцы работали Розенблют и Винер, и здесь тоже трудность заключалась совсем не в недостатке фактов. Но как их обобщить?

«Построим,— сказали себе эти исследователи,— машину, которая должна будет в том, что касается ее действия, насколько это возможно, походить на мышцу». Это значит, что она должна будет сокращаться в одном из своих измерений под влиянием толчка или определенной электрической разрядки, что определенная частота разрядок должна привести к столбняку и т. д. ... Для достижения этих различных результатов они должны были придумать ряд электрических и электронных соединений, довольно сложных, как легко себе представить. В конечном итоге их модель вела себя подобно мышце. Тогда они вновь обратились к машине организма, и в ней с помощью опыта вновь нашли большую часть тех самых свойств, которые они были вынуждены придумывать в своей модели из металла, пластических масс и стекла.

Вот опыт, философское значение которого нельзя переоценить. Чтобы понять устройство глаза, чтобы понять,

как насекомые передвигаются, нам нужно следовать примеру и фон-Гольста, и Розенблюта, и Винера: строить модели, которые воссоздают основные свойства живого организма...

СЛУХ

Слух насекомых коренным образом отличается от нашего. Многие из них почти совсем глухи, но зато обладают чуть ли не фантастической восприимчивостью к колебаниям. Некоторые, в частности представители прямокрылых, воспринимают звуки не при помощи четко дифференцированных слуховых органов, а благодаря колебаниям, которые эти звуки передают в субстрат. С этой стороны тонкость их восприятия кажется почти безграничной, потому что Аутрум доказал, что Tettigoniidae реагируют и на такие колебания, амплитуда которых не превышает половины диаметра водородного атома! Это значит, что от них не может ускользнуть никакое сотрясение субстрата. Это вызывает необходимость изучать отдельно слух насекомых и восприятие ими колебаний.

С другой стороны, *расположение слуховых органов* тоже имеет ряд чрезвычайно странных особенностей. Во-первых, наблюдателя поражает их разнообразие; почти невозможно найти что-либо общее между широкими тимпанальными полостями семейства саранчовых, расположенными по сторонам груди, и причудливыми слуховыми органами семейства Tettigoniidae, находящимися внутри голеней передних ног. Что касается бабочек, то некоторые, из числа совок, тоже воспринимают звуки при помощи весьма оригинальных приспособлений.

Но если слуховой спектр насекомых во многом превосходит наш в отношении низких частот,— думается, что переход колебаний низкой частоты в собственно звуки обеспечивается у многих видов рядом незаметных переходных ступеней,— то он его превосходит также и в отношении высоких частот, ибо большое число насекомых, бабочек и кузнечиков воспринимает ультразвуки.Таким образом, в целом мир звуков насекомых значительно обширнее и богаче нашего.

К способности воспринимать колебания, несомненно, следует добавить восприимчивость к движениям воздуха, совершенно изумительную у некоторых слепых насекомых. Очевидно, носителями этой особой восприимчивости

выступают тоненькие волоски, растущие на церках[1] или других участках тела.

Насекомые зачастую воспринимают звуки, а также могут издавать их. Во-первых, многие общественные насекомые — пчелы и муравьи — издают почти исключительно ультразвуки. Но мы не знаем, имеем ли мы дело с «намеренным» издаванием звуков или с шумом непроизвольным, вроде того, который производит человек, идущий по гравию.

В самом деле, мельчайшие, очень тонко избороржденные частички покрова тела насекомых при трении одна о другую могут производить ультразвуковые колебания, хотя никакого биологического смысла в этом нет, тем более, что у общественных насекомых не может быть выявлена с достаточной четкостью какая бы то ни было реакция ни на звуки, ни на ультразвуки. Муравьи, как и пчелы, кажутся почти глухими, или, если положиться на слова Хансона, обнаруживают столь плохо поддающиеся дифференциации реакции на звуки, что в них очень трудно увидеть признак настоящей слуховой восприимчивости.

Совсем по-другому все это происходит у прямокрылых. Здесь звуки производятся в случае очень настоятельных потребностей (например, копуляция) и безошибочно воспринимаются насекомыми того же рода. Уже много лет назад Реген доказал это, проделав любопытный опыт, состоявший в том, чтобы заставить самца сверчка стрекотать перед микрофоном, который передавал это стрекотание в громкоговоритель, находящийся в соседней комнате. И вот, самка сверчка, привлеченная песней самца, направилась к громкоговорителю и даже пыталась проникнуть в рупор аппарата (это была старая модель, так как Реген проводил свой опыт в 1910 году). После этого опыта прямокрылые привлекли к себе множество исследователей, применивших новейшие приспособления для записи звука. Американским ученым даже удалось различить по пению разные породы Nemobius, например лесного сверчка, пение которого так нежно, что напоминает, как сказал поэт, «воды журчание по мхам». Некоторые американские кузнечики из семейства Katydidae стрекочут, к тому же в ультразвуке и могут производить, согласно новейшим измерениям, 40 000—50 000 двойных колебаний в секунду.

---

[1] Церки — хвостовые нити. *(Ред.)*

Но я думаю, что самым остроумным объяснением роли стрекотания у прямокрылых мы обязаны немецким исследователям. Фабр провел ряд работ, пользующихся широкой известностью и неизменным авторитетом; Вейх совсем недавно продолжил эти работы, обратившись к мелким полевым саранчовым (Stenobothrus, Chorthippus, Omocestus). Магнитофонные записи подтвердили то, что еще раньше отметил Фабр: самцы «отвечают» один другому.

Это, без сомнения, можно сравнить с пением птиц: когда одна из них подлетает к незнакомому месту, она издает легко распознаваемые особые мелодические звуки, которые, будучи переведены на человеческий язык, означали бы: «Я здесь, подлетаю, этим местом кто-нибудь владеет?» А «законный владелец» отвечает другой песенкой, которую орнитологи могут великолепно распознавать: «Я здесь, и я тебе покажу, если ты не уберешься», — как бы говорит она. Впрочем, в большинстве случаев незваный гость и не настаивает... Возможно, таково же содержание строф «песенки», которой обмениваются самцы-сверчки; во всяком случае, ее сила возрастает в момент максимального полового возбуждения и зависит от взаимного удаления певцов.

Некоторые песни самок, весьма отличные от этих песен соперничества, отвечают самцам. Вейх сумел даже воспроизвести эти песни при помощи маленького прибора, состоящего из зубчатых колес с изменяемым количеством зубцов. Таким образом он привлек самца Chorthippus biguttulus, который пытался даже копулировать с обманувшей его приманкой.

У разных видов насекомых существуют довольно интересные разновидности песен; так, у C. bicolor качество и ритм песни довольно изменчивы, за исключением песни соперничества, суровой по своему содержанию и по форме; у C. dorsatus, напротив, песни не меняются. Но некоторые виды насекомых, исполняя песни соперничества, могут перекликаться между собой, а это значит, что слушание песни насекомым одного вида вызывает стрекотание другого. Так, Omocestus rufipes отвечает viridulus.

Бабочки и летучие мыши. Шаллер и Тимм не так давно внесли ясность в другой чрезвычайно интересный вопрос физиологии поведения насекомых, изучив преследование бабочек летучими мышами. Прежде всего следует знать, что, как это показали Гриффин и Галамбос,

летучие мыши открыли АСДИК[1] гораздо раньше человека. Резкие крики, которые они испускают в сумерки, составляют только часть издаваемых ими звуков, тогда как самая большая часть относится к ультразвукам, которых мы не слышим.

Ультразвуковое эхо, отраженное различными предметами, помехами и жертвами, воспринимается особыми волосками ушей. Вот почему слепая летучая мышь может очень быстро летать в комнате, полной железной проволоки, протянутой во всех направлениях, не натыкаясь ни на нее, ни на стены. Но она неизбежно убьется, если в уши ей влить немного воска.

Таким образом, перед нами как раз система поиска охотников за подводными лодками, известная под названием гидролокатора. Эта система могла бы стать грозной силой против жертв типа ночных бабочек, за которыми охотятся летучие мыши. Было бы очень удивительно, если бы предусмотрительная природа, которая, кажется, до сих пор так же хотела сохранить бабочку, как и летучую мышь, не приняла бы и здесь своих мер; и Шаллер и Тимм в самом деле недавно доказали, что один шанс она дала бабочкам против их слишком хорошо вооруженного врага. Слух бабочек — совок, пядениц, хохлаток, а именно Plusia, Mamestra, Calocampa, Orrhodia, Timandra, Larentia, Acidalia, Notodonta—оба исследователя изучили с помощью особого передатчика, работающего при частоте колебаний от 15 до 175 килогерц. Некоторые из этих животных реагируют на ультразвуки убыстрением полета, другие — напротив — падают; те, которые ходили, взлетают, те, которые находились в покое, могут вновь устремиться в полет. Наиболее отчетливые реакции происходят при частоте колебаний от 40 до 80 килогерц. Видимо, летучие мыши испускают звуковые волны именно в этих пределах.

Немного подразнив летучую мышь, можно добиться того, что она станет испускать ультразвуки, а бабочки реагируют на них так же явно, как и при искусственном передатчике.

Если расстояние от передатчика превышает 4—5 метров, никаких наблюдений сделать уже нельзя так же, как нельзя их сделать над обезглавленными бабочками (важ-

---

[1] АСДИК — модель гидролокатора; аппарат для обнаружения затонувших объектов; принцип его устройства использован в приборах, имеющих назначением обнаружение подводных лодок. *(Ред.)*

ный факт, доказывающий участие центральной нервной системы) и над теми, у которых удалены тимпанальные органы [1].

Бражники Sphingidae, у которых отсутствует слуховой орган, по-видимому, нечувствительны к ультразвукам; к тому же большие бражники летают явно быстрее летучих мышей и, следовательно, могут ускользнуть от них. Лишены слуховых органов также бескрылые самки некоторых бабочек или самцы других видов, активные в те часы, когда летучие мыши не охотятся.

ХИМИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

В этом разделе я буду довольно краток, потому что данная тема во многом предвосхищает то, о чем будет идти речь в следующей главе, посвященной тропизмам, а особенно хемотропизмам. У насекомого довольно трудно отличить вкус от обоняния (это не так легко сделать даже у человека, во вкусовые ощущения которого входит столько элементов обоняния).

Органы вкуса и обоняния у насекомых изучены плохо. Они состоят из хитиновых волосков, которые иногда бывают спрятаны на дне углубления (sensilla basiconica, coeloconica и т. д.), и еще не известно, имеем ли мы право связывать морфологически различные органы с двумя формами чувствительности. Поэтому благоразумнее было бы говорить, как это делает американец Детьер, великолепно изучивший химическую чувствительность насекомого, о *химическом восприятии прикосновения*, когда речь идет обо всем, что относится к реакциям на небольшом расстоянии (а следовательно, и к вкусу), и о *химическом восприятии на расстоянии*, когда речь идет о других (близких обонятельным) реакциях.

Химическое восприятие прикосновения у пчел изучали с почти непостижимой тщательностью фон-Фриш и его школа, у мух — американцы Детьер и Фрингс. К несчастью, результаты их исследований могут быть выражены только в чрезмерно технических терминах и, следовательно, не вмещаются в рамки этого сочинения. Исследования были облегчены применением очень простых проб, которые позволяют наблюдателям без труда дознаться,

[1] Органы слуха. *(Ред.)*

обладает ли то или иное вещество приятными для пчел вкусовыми качествами. У пчелы, например, органы вкуса помещаются в антеннах и в лапках: достаточно приблизить к этим органам капельку сладкого сиропа, чтобы вызвать характерную реакцию — выпрямление хоботка. Разводя водой в той или иной степени первоначальный раствор, можно наблюдать исчезновение реакции, что позволяет определить степень вкусовой насыщенности различных сахаров и сравнить их друг с другом. Почти так же легко определить действие соленого, кислого и горького, хотя эти вещества не вызывают положительной реакции: достаточно измерить, начиная с какого процентного содержания, будучи смешаны с первоначальным сладким раствором, они препятствуют выпрямлению хоботка.

Для пчелы, отмечают исследователи, существуют довольно значительные различия во вкусе разных сахаров. Некоторые ей кажутся такими же, другие — менее и третьи — более сладкими, чем человеку. Но сахарин для нее не сладок, а при насыщенной концентрации производит даже отталкивающее действие. Следует сказать, что в животном царстве только человек и некоторые рыбы, например пескарь, находят его сладким. Птицы, моллюски и ракообразные, как и пчелы, не отличают его от чистой воды. Пчелы более, чем человек, чувствительны к соляной кислоте и менее — к уксусной, почти так же чувствительны к соленому, но гораздо меньше к горькому вкусу хинина; кокаин же кажется им гораздо более горьким, чем нам.

Восприятие вкуса сладкого муравьями и осами, а также мухами не совсем совпадает с восприятием пчелы. Но соленое, кислое и горькое одинаково воспринимается всеми этими насекомыми, а также гусеницами.

Было обнаружено, что лапки бабочек обладают чрезвычайно тонкой чувствительностью к разным сахарам. Голодные многоцветницы в 200 раз более чувствительны к сахару, чем язык человека. Danaidae, по утверждению Андерсона, обладают в 2000 раз большей чувствительностью, чем язык человека; они также очень чувствительны к хинину, но меньше — к соленому.

Химическое восприятие на расстоянии (обоняние) у пчелы во многом сходно с химическим восприятием на расстоянии у человека. Впрочем, пчела — единственное насекомое, которое мы хорошо знаем с этой точки зрения (благодаря исследованиям фон-Фриша).

Для некоторых пахучих веществ предел восприятия у пчел во многом приближается к пределу восприятия человека, но пчела гораздо лучше умеет узнавать по запаху какое-либо определенное вещество, смешанное с другими веществами. И человек и пчела смешивают запахи нитробензола и бензальдегида, так же как и запахи метилового эфира, антраниловой кислоты и метилового эфира нафтола, хотя в химических структурах этих двух групп нет почти ничего общего. Зато пчелы, как и человек, различают следующие стереоизомеры: уксуснокислую соль амила и гептановый метил, бромостироль и фенолоуксусную кислоту и т. д.

Стало быть, органы обоняния пчелы и человека, несмотря на огромные анатомические различия, функционируют с физиологической точки зрения аналогично. Но если это так, то пчела, очевидно, обладает извращенным обонянием, потому что она — это уже установлено — предпочитает грязную воду чистой: нет ни одной смрадной лужи, чтобы она не стремилась из нее напиться. Парижские пчеловоды (а их много) знают, что их милые пчелки летают на водопой в писсуары. Немцы доказали, что имеющиеся в грязной воде следы индола и скатола, веществ по самой природе своей зловонных, так привлекают целомудренных любительниц росы!

Глава вторая

БАБОЧКИ И ПЛАМЯ. ТРОПИЗМЫ В ПОВЕДЕНИИ НАСЕКОМЫХ

Трудно себе представить, как велико число исследователей, посвящающих огромное количество времени наблюдению за мухой или гусеницей, перемещающейся в пучке параллельных лучей, изучению, как говорят, ее «фототропизма». До того как Вио в 40-х годах выяснил суть этого явления, литература по вопросу о тропизмах представляла безнадежно запутанное скопление множества различных ссылок, проникнуть в которые осмеливались лишь немногие биологи. Как объяснить подобное пристрастие к явлению, такому, по-видимости, простому и столь мало интересному? Объяснить это невозможно без краткого обзора истории вопроса.

«Отцом тропизмов» был Леб, пробудивший в конце 70-х годов интерес ученого мира к некоторым, особо простым типам поведения, с помощью которых он намеревался восстановить все вопросы психики. Великий американский биолог был человеком не совсем обычным. Как это часто случается, его собственное поведение полностью зависело от нескольких философских идей, простых и властных, корни которых, вероятно, можно было бы найти в каком-нибудь восходящем к детству переживании. Ведь самые дерзновенные идейные позиции часто покоятся на основаниях, в которых нет ничего от идеи, и нередко, прежде чем обсуждать какое-либо утверждение, было бы небесполезно спросить, почему оно высказывается именно тем или этим лицом и именно в этот момент... Как бы то ни было, Леб был сторонником механицизма, причем такого механицизма, понимание узости которого с трудом дается

многим биологам и сегодня. Проблемой, которая, по его собственному признанию, «бросала его в жар», была проблема свободы — архаический призрак, который должен был быть навсегда изгнан научным заклинанием. Надо было прежде всего доказать, что мы являемся игрушкой слепых импульсов, автоматических и соединяющихся друг с другом, как атомы, по воле случая. Если бы мы знали законы, которыми определяются как их формирование, так и их сочетание, мы могли бы предсказать определенный вид поведения с такой же точностью, как какое-нибудь физическое явление. Само человеческое поведение больше не было бы для нас загадкой, потому что оно развертывается по законам, столь же необходимым и неизбежным, как и поведение всякого другого живого существа.

Да простится мне здесь довольно насмешливое соображение; но я нахожу весьма забавным зрелище какого-нибудь биолога или философа, изо всех сил пытающегося убедить в чем бы то ни было своих коллег, в то время как его основное положение заключается именно в утверждении того, что убеждения, как и поведение, являются следствием необходимых сочетаний атомов, в которых ничего нельзя изменить!

Однако довольно полемики.

Где мне найти, спрашивал себя Леб, первый атом поведения, факт, возможно более простой и удобный для понимания, при помощи которого я воссоздам все другие?

Однажды, в лаборатории, наблюдая гусениц золотистого шелкопряда (Porthesia chrysorrhea), заключенных для опыта в трубку, Леб решил, что столкнулся с таким фактом. Солнечные лучи падали на закрытый конец трубки, который очень сильно нагрелся. Гусеницы ползли от открытого конца, автоматически и, можно сказать, тупо направляясь к закрытому, где их убивали солнечные лучи. «Световой луч, как бы нанизывал их на свое острие», — пишет Леб. Когда несколько других поставленных им опытов показали неотвратимый характер этих «тропизмов», Леб уверил себя, что нашел столь желанный атом и принялся устанавливать догматы. Это был превосходный наблюдатель, и он совершенно справедливо отметил, что под действием светового луча поведение «фотопозитивного» животного может быть разделено на две фазы: во-первых, ориентация по направлению к свету,

к которому подопытное насекомое поворачивает свои фоторецепторы; во-вторых, движение к источнику света, которое имеет свои собственные законы; существует даже третья фаза, которую забыл указать Леб: это совокупность действий, предпринятых животным, когда оно уже достигло источника. А между тем именно в этой фазе проблема усложняется.

Только ориентация (первая фаза), категорически заявил Леб, образует тропизм; одна она заслуживает внимания со стороны наблюдателя.

Трудно теперь понять столь странную позицию, если не принять во внимание одну предпосылку, которую можно обнаружить во всех работах Леба: это твердая решимость провести как можно больше параллелей между поведением животных и растений, так как у последних тоже проявляются тропизмы. Мы знаем со школьной скамьи, что растения изгибаются по направлению к свету, а такие превосходные биологи, как Закс, давно основательно изучили это явление. Следовательно, если можно смешать животные и растительные тропизмы, то тем самым легче становится доказать автоматизм поведения, а призрак свободы становится все более и более нереальным.

Опасно и вредно стремиться определить, каким должно быть явление, вместо того, чтобы попытаться описать его с возможно большей точностью, без предвзятой идеи. Именно так поступали до Галилея. Великой заслугой Галилея было то, что он со всей отчетливостью показал, что античные физики слишком быстро создавали теории на малоизученных фактах, законов появления и исчезновения которых они не знали. Галилей впрягся в столь же скромный, как и неблагодарный труд во имя новейшей науки, к которой философы относились тогда пренебрежительно, презирая мелочную ограниченность ученых, склоняющихся над низкой материей. Но все знают, что вышло из этих безвестных трудов, которые вновь и вновь предпринимались в лаборатории...

Увы! В большинстве областей новейшей биологии мы еще пребываем в ожидании Галилея или Коперника!

Итак, Леб попытался обнаружить у животных все законы «поведения» растений и полагал, что достиг этого. Мы попытаемся в следующих параграфах увидеть, в чем тут дело. Но укажем теперь же, что теории Леба

оказали биологии огромную услугу и послужили началом появления множества работ первостепенной важности. В самом деле, до Леба изучение поведения было крайне затруднено антропоморфическими толкованиями, которые сводили на нет всякое научное объяснение. Животное и даже насекомое «страдало», «испытывало страх», «тревожилось» о судьбе своих детенышей и т. д. .., в то время как ощущения организмов, отличных от человека, остаются для нас сплошной загадкой. Приблизиться к ее разрешению мы можем только с помощью аналогий, которые нередко изрядно прихрамывают.

Леб, следовательно, был прав, безжалостно изгоняя из своего словаря все, имеющее отношение к человеку, и стремясь объективно описывать поведение. Таким образом, благодаря ему была произведена совершенно необходимая обширная чистка. Его ошибкой было то, что он не довел дело до конца и пытался поспешно навязать непоследовательное истолкование фактов. «Животные чувствуют так же, как человек»,— говорили до Леба. «Это машины, двигателями которых являются тропизмы, и сам человек тоже принадлежит к этой категории»,— утверждали сторонники Леба. Но мы теперь склоняемся к тому, чтобы стать на промежуточную позицию: объективное изучение поведения не настолько продвинулось вперед, чтобы можно было делать те или иные выводы.

Будем продолжать непритязательное и методическое описание того, что совершают животные, но не будем из него ничего исключать a priori, даже того, что не поддается простым объяснениям: мы увидим позднее, что из этого следует. Но продолжим изучение вопроса о тропизмах, чтобы попытаться обобщить то, что отсюда извлекли Леб и продолжатели его дела.

ТРОПИЗМЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Когда говорят «тропизм», почти неизбежно подразумевают фототропизм, то есть реакцию на свет. В самом деле, световой фактор был использован в ряде работ по причине своего удобства. Вот почему почти всякое обсуждение тропизмов сводится к обсуждению фототропизма. Насекомое может двигаться по направлению к свету (положительный фототропизм), по прямой линии (тропотаксис, телотаксис) или описывая все более

сужающуюся спираль (менотаксис). Или оно бежит от света (отрицательный фототропизм). Мы приведем примеры этих различных типов.

На этом повествование о тропизмах обычно обрывается. На другие тропизмы — по направлению к земле или в обратном направлении (положительный и отрицательный геотропизм), по направлению к воде в виде пара или жидкости (гидротропизм), по направлению к предметам, обладающим вкусом или запахом (хемотропизм),— обычно ссылаются только под видом стилистического отступления. Но мы будем говорить об этом достаточно пространно; в самом деле, возможно, что сила земного тяготения, вода или химический состав тел значат в повседневном поведении насекомых больше, чем свет.

Фототропизм. По схеме Леба насекомое, на которое упал свет, поворачивается к нему таким образом, что его фоточувствительные рецепторы получают максимум световых лучей. Вот эта ориентация, это вращение (τροπή, вращаю) и дали свое имя тропизмам. Поскольку это основания теории, мы поступили бы благоразумно, рассмотрев сначала доступные нам примеры, чтобы потом спросить у себя, просто ли и легко ли объяснимо это явление.

Колорадский жук, действительно, поворачивается, как того требует схема, когда световой луч настигает его сзади или сбоку, подставляя световым лучам насколько возможно глазную поверхность. Один из основных видов стадных саранчовых, перелетная саранча, которую я изучал в течение ряда лет, проделывает это с замечательной исправностью.

Я бы мог привести здесь необычное объяснение ориентации по направлению к свету, данное Лебом, хотя оно и имеет теперь только исторический интерес. Некое фоточувствительное вещество распространяется, по мысли Леба, на всю поверхность тела и непосредственно (?) действует на мышцы. Свет вызывает разрушение этого вещества, следовательно — гипотонию[1] мышц с подвергшейся влиянию световых лучей стороны. Поскольку тонус в неосвещенной стороне остается нормальным, то как только животное пытается продвинуться вперед,

[1] Гипотония — пониженное напряжение, пониженное давление. *(Ред.)*

движение темной стороны оказывается быстрее движения освещенной, и, таким образом, производится тропическая ориентация. И все это с целью наметить возможно простую схему реакций и прежде всего провести параллели между ориентацией у животных и тем, что можно наблюдать у стебля герани, который изгибается к свету.

Но Рабо помещает саранчу в стеклянную трубку, слишком узкую для того, чтобы насекомое могло в ней повернуться, и освещает его сзади пучком параллельных лучей. В этих условиях фоточувствительное вещество должно было бы в равной мере разрушиться с двух сторон, а в мышечном тонусе не должно было бы быть никаких различий. *Тогда насекомов отчаянно пытается повернуться.* Этот и ему подобные опыты в корне пресекают возможность всякой попытки лебовского толкования фактов.

Но не более плодотворным это толкование выступает и в объяснении круговых (манежных) движений. Когда один глаз насекомого покрывают непрозрачным лаком, оставив нетронутым другой, оно поворачивается в сторону глаза, покрытого лаком, если оно «фотонегативно», и в сторону нетронутого, если оно фотопозитивно.

Леб и его сторонники утверждают, что это легче всего объяснить. Тонус значительно понижается на стороне глаза, покрытого лаком, а асимметричность тонуса может быть достаточной для того, чтобы понять сущность манежных движений. И все-таки, если к этому приглядеться ближе, явление усложняется.

Значительная асимметрия двигательного аппарата, намного превосходящая действие нарушения тонического равновесия, не препятствует манежу. Например, полное или почти полное удаление ног с той или другой стороны у плавунцов или кузнечиков, у которых вынута половина мозга (что также вызывает манежные движения), не мешает насекомому неопределенно поворачиваться вокруг самого себя. Так что сама собой напрашивается гипотеза скорее о центральной, чем периферической регуляции. Далее, группы мышц в разной степени подвергаются нарушению симметрии. Казалось бы, что существует тоническое превосходство сгибающих мышц нормальной стороны (но для этого правила может быть почти столько же исключений, сколько случаев применения). Наконец, многие насекомые, полностью ослепленные лаком,

нанесенным на оба глаза, могут производить очень медленные вращательные движения, очень широкими спиралями... Многие поворачиваются также вокруг себя в полной темноте или при красном свете (большая часть насекомых не видит красного, который для них то же, что темнота). Другие ведут себя так же при рассеянном свете, так что, без сомнения, лучше было бы объяснить манеж врожденной асимметрией нервной системы, которая, в зависимости от особи, имеет тенденцию направлять поступательное движение предпочтительно в каком-то одном направлении.

Таким образом, мы с самого начала по-настоящему не понимаем действий насекомого, которое поворачивается к свету. Как только поближе присмотришься к явлению, так возникает бездна трудностей для его физиологического объяснения.

Но не в этом еще главное. Вернемся к опыту Рабо. Когда саранча в его стеклянной трубке пытается повернуться, не происходит ли это потому, что ее глаз может вызвать поворот путем прямого приказа участвующим в этом группам мышц?

Таким образом, можно предположить, что задняя часть глаза, на которую в первую очередь падают лучи в опыте Рабо, может дать мышцам только один приказ, который в конце концов соответствует повороту тела... Когда животное смотрит на источник света и лучи в первую очередь падают на переднюю часть его глаза, мышцы получают другой приказ, следствием которого является движение вперед, и т. д... При помощи выборочного покрытия лаком той или иной зоны глаза легко было установить, соответствует ли эта зона той или иной группе мышц. В частности, этот опыт проводился над насекомыми с относительно огромными глазами, такими, как стрекозы или некоторые мухи. Уже с самого начала стало очевидным, что результат в достаточной степени соответствует тому, чего добивались.

Когда мухе Eristalis, например, покрывают лаком верхнюю часть глаза, она распластывается на земле, словно у нее на груди лежит раздавливающая ее тяжесть; напряжение растягивающих мышц ног оказывается очень ослабленным. Когда покрыта лаком нижняя часть глаза, Eristalis, напротив, встает на ноги, главным образом на передние, тогда сильно ослабевает напряжение сгибаю-

щих мышц. У гладыша можно разграничить таким образом очень широкую боковую часть, возбуждение которой вызывает манеж в свою сторону, и переднюю часть, стимулирующую поворот тела в противоположную сторону. Граница между ними соответствует зоне, о которой мы сейчас будем говорить. Кроме того, для каждой из этих зон существует несколько порогов раздражения, в зависимости от силы света. В промежутке между определенными границами реакция, вызванная какой-нибудь определенной зоной, может даже менять направление.

Опыт Урбана и Маста. Итак, мы уже порядком отдалились от чрезмерно упрощенных схем Леба. Казалось, можно было думать, что ориентация по направлению к свету зависит от сложного устройства глаза, находящегося в прямой связи с группами мышц. Но опыты Урбана и Маста снова все ставят под вопрос. Эти исследователи работали с пчелой и дрозофилой, у которых давно были выявлены хорошо дифференцированные глазные зоны. Сначала Урбан отмечает, что у пчелы, ослепленной с одной стороны, регуляция быстро восстанавливается, вращение прекращается, и насекомое по прямой линии направляется к свету. Но частичным удалением ног или удалением некоторых участков нервной цепочки можно заставить насекомое принять весьма своеобразную позу, с наклоном вбок. В этой позе нормальное распределение света в глазных зонах полностью нарушается, однако эта операция нисколько не мешает пчеле направиться к свету по прямой линии.

То же происходит с дрозофилой, которую Маст подверг аналогичным операциям: восстановление порядка вещей, позволяющего достичь источника по прямой линии, происходит очень быстро, почти мгновенно!

Подобные явления дают возможность допустить, что границы между зонами и линия фиксации точно морфологически не установлены, но что они скорее являются следствием сложного функционирования физиологических взаимодействий. К тому же, опыты Урбана и Маста напоминают опыты Рабо с саранчой, которая в стеклянной трубке пятится по направлению к свету. И в этом случае лучи совершенно необычным способом падают на глазные зоны. Нормальный мышечный приказ так грубо нарушен, как он не нарушался, быть может, со времени появления саранчи на земле. И все же регуляция является

мгновенной. Какова же должна быть природа этого столь пластичного нервно-мышечного механизма, приспосабливающегося к условиям, совершенно невероятным, до этого никогда не встречавшимся? Исследуя такой простой поступок насекомого — его движение к свету, мы почти вплотную подходим к наболевшей физиологической и, быть может, философской проблеме.

Опыт Гризона. Но действительность еще сложнее. Помнится, как-то вечером один из моих друзей, Гризон, в то время работавший, как и я, в Эволюционной лаборатории биологического факультета, пригласил меня понаблюдать вместе с ним за одним из ряда вон выходящим явлением. Мы находились в «комнате тропизмов», целиком выкрашенной в черный цвет, перед столом, освещенным мощным прожектором с параллельными лучами. Слышно было только приглушенное гудение самопишущего прибора и поскрипывание парового термостата позади нас.

На столе в световом луче двигался колорадский жук. Он двигался вперед с той абсолютной точностью, которая делает его идеальным объектом для изучения тропизмов. Но Гризон заранее поместил на его пути препятствие в виде пластинки из прозрачной пластмассы. Колорадский жук, продвигаясь по прямой линии к источнику света, не мог не наткнуться на нее. После бесконечных ощупываний и многочисленных блужданий взад и вперед вдоль пластинки насекомое находит, наконец, край и продолжает свое прерванное продвижение к свету. Едва жук подошел к прожектору, как Гризон снова взял его и вновь поставил в начало дорожки. На этот раз, после встречи с препятствием, ощупывания возобновились, но, как мне показалось, были менее продолжительны. Гризон повторил этот опыт с тем же насекомым несколько раз. Но еще до десятого раза я понял: ощупывания почти прекратились; а мы удивленно переглядывались. Колорадский жук теперь уверенно поворачивал в сторону, как только его антенны касались пластинки, и почти тотчас же находил ее край: это было настоящее обучение.

Сейчас мы увидим всю сложность этого понятия. Но нам уже стало ясно, что в тропизме такой, по-видимости, простой акт требует признания роли памяти, приспособления к преодолению препятствий. Мало-помалу мы вынуждены признать, что действиям животного, движу-

щегося по направлению к свету, присуща вся сложность действий организма.

Но почти все прежние исследователи только *один раз* подвергали своих подопытных насекомых воздействию светового фактора, возбуждающего тропизм. Может быть, они, не признаваясь себе в этом, боялись, что явления приспособления и регуляции, которые непременно скажутся, еще более усложнят и без того запутанное представление о тропизмах? С другой стороны, нельзя не отметить, что одно и то же насекомое в продолжение повседневной жизни прекрасно может быть несколько раз подряд подвергнуто воздействию одного и того же раздражителя. Важно разобраться в его поведении.

Стремясь слишком уж вычленить какое-либо явление, его изолируют от всех связей и делают непонятным. Или, что тоже случается, ему приписывают слишком уж много значения, что произошло как раз в случае с тропизмами. Или все с той же целью предельно изолировать явление преуменьшают значение некоторых характерных черт его, которые, однако, могли бы дать повод к объяснениям.

Давно уже известно, например, что после покрытия лаком одного глаза манежные движения почти всегда наблюдаются только в отрезок времени, непосредственно следующий за операцией. Но по истечении некоторого времени, различного в зависимости от вида или индивидуальных особенностей насекомых, манеж прекращается, и животному удается так восполнить нанесенный ему ущерб, что оно снова по прямой направляется к свету. Однако речь здесь идет не о каком-то новом случае обучения, а о простом приспособлении. В самом деле, покроем лаком один глаз насекомого и на несколько минут лишим его возможности двигаться, когда оно находится напротив источника света: как только насекомое получит возможность двигаться, оно по прямой направится к источнику света. Это происходит потому, что его нервно-мышечные импульсы, исходящие из глаза, по всей вероятности, имели достаточно времени, чтобы восполнить нарушение норм, вызванное вмешательством экспериментатора.

Разновидности фототропизма. Но, как мы уже в этом убедились, не следует думать, что все насекомые направляются к свету по прямой линии. Некоторые в определенных опытных условиях проявляют

безукоризненную лебовскую ориентацию: это насекомые, обладающие так называемым *тропотаксисом*. Именно у них обнаруживаются наиболее отчетливые и наименее компенсированные манежные движения. Но у других насекомых преобладает совершенно иной процесс. В нем на первый план выступает значение определенных глазных зон (зоны или линии фиксаций). После покрытия лаком одного глаза манеж либо отсутствует, либо почти незаметен. Представляется, что, покрывая лаком определенные глазные зоны, можно вызвать более отчетливое, чем в первой группе, воздействие на определенные мышцы. Весьма распространенным способом реакции является и так называемый *менотаксис*, когда подопытное насекомое направляется к свету, описывая спираль, центром которой служит источник света: это и проделывает, к примеру, бабочка, устремляясь к пламени. У других насекомых, таких, как личинки мясных мух и некоторые гусеницы, глаз нет, а есть более или менее рудиментарные глазки. В световом пучке они раскачивают переднюю часть тела, в которой находятся фоточувствительные органы, как бы пытаясь ощупать пространство своими фотоэлектрическими клетками: это *клинотаксис*, который, впрочем, может обеспечить весьма отчетливую ориентацию.

У многих насекомых встречаются только *кинезы*, когда свет либо усиливает, либо ослабляет их общую деятельность. Поразительно, например, до какой степени возрастает возбуждение тараканов, когда световые лучи падают на сохраняемую в темной паровой камере банку, в которой они содержатся. Черный банановый долгоносик (Cosmopolites sordidus), наносящий такой ужасный вред в Гвинее и на Антильских островах, напротив, тотчас же становится неподвижным. Он в течение многих часов ни разу не шевельнется (пока его не вернут в темноту, где он привык жить).

Вынужденный характер тропизмов. Закончив этот весьма краткий обзор проблемы фототропизма, мы можем спросить, что же остается от категорических лебовских утверждений? Боюсь, что немного. Что можно почерпнуть из описаний того, как насекомое, «нанизанное на световой луч как на вертел», неизбежно идет по направлению к источнику света? Мы уже видели, до какой степени меняется поведение насекомого,

если через некоторое время повторить опыт. С другой стороны, Леб еще раньше был чрезвычайно поражен результатами наблюдения за гусеницами Euproctis chrysorrhea, двигавшимися по направлению к солнечным лучам, от нагрева которых они тут же и погибали. Значит, торжествовал ученый, тропизм действует совсем не в интересах особи, как бы того желали наивные виталисты в духе Бернардена де Сен-Пьер. Между тем факт огромных масштабов ускользнул от Леба и от его школы. Факт этот заключается в том, что молодые гусеницы Euproctis в природе никогда, абсолютно никогда, так себя не ведут. Их нельзя обнаружить на солнцепеке, но скорее в тени; точнее: они, сдается, заботятся не столько о солнечном свете и тепле, сколько об отыскании свежего корма.

Но как же тогда истолковать лебовский опыт с гусеницами в стеклянной трубке? Возможно, что это просто патологическое явление. Поясню свою мысль: ведущая идея механистов заключается в том, чтобы максимально упрощать опыт, то есть исследовать влияние только одного какого-либо фактора, оставляя, насколько это возможно, отключенными все другие связанные с ним. Такое последовательное соблюдение простейших правил экспериментальной методологии можно только одобрить *при условии, что опыт и в самом деле прост*. А между тем опыт, который нас занимает, очень сложен. Вы берете молодых гусениц, обычно живущих на сетке из шелковых нитей, и начинаете с того, что снимаете их с нее (первое нарушение естественных норм). Затем вы их лишаете обонятельных, зрительных и осязательных возбудителей привычного им мира (зелёных листьев, которые служат им кормом), вы помещаете их на вещество, для них непривычное (стеклянная трубка), и т. д. Поэтому неудивительно, что они реагируют на все это ненормально, не проявляя приспособлений и делая невозможными какие бы то ни было выводы. Они «выбиты из колеи».

Какие из этого можно сделать выводы об отношениях между животными и растениями? Как мы уже видели, Лебу больше всего хотелось бы доказать, что насекомые — почти что особый вид растений, способных передвигаться, но абсолютно столь же неразумных и автоматичных, как и растения. Чтобы достичь этого, Леб хотел наглядно показать, что законы растительных тропизмов полностью

распространяются на животные тропизмы. Один из таких законов требует, чтобы в случае, когда световые лучи, исходящие из двух источников равной силы, образуют между собой какой-либо определенный угол, растение, подвергнутое действию такого двойного возбуждения, изгибалось в направлении биссектрисы, то есть линии, делящей образованный угол на две равные части.

Еще раньше Леб доказал, что личинки (или nauplius) маленького ракообразного морского желудя на самом деле ведут себя именно таким образом, когда их аквариум помещают между двумя лампами. Но у насекомых все эти явления значительно усложняются. Бóльшая часть насекомых сразу же направляется к одному из двух источников света, или же они непродолжительное время движутся в направлении биссектрисы, потом решительно уклоняются по направлению к одной из ламп; или — что тоже возможно — доходят по биссектрисе почти до линии, которая идет от одной лампы к другой, и лишь тогда выбирают себе какую-либо из них (этого они, казалось бы, делать не должны, потому что их рецепторы получают одинаковое возбуждение). Обычно говорят, что их «точка решения» довольно сильно удалена от точки отправления.

Другой закон, основанный на наблюдениях из мира растений, признает наиболее действенными коротковолновые лучи; синий свет действует сильнее, чем красный. Если у насекомых и можно найти несколько фактов, подтверждающих этот тезис, то мы сейчас увидим, до какой степени эти положения усложняются при ближнем рассмотрении.

Дело в том, что обнаруживаются не одна, а *две* чувствительности: первая воспринимается глазами и особо возбуждается под влиянием желто-зеленого цвета, другая, как бы удивительно это ни показалось, исходит из точки, лежащей вне глаза. Это значит, что обширные участки тела, помимо глаз, чувствительны к свету и могут влиять на поведение животного.

Даже закон Бунзена Роско (сила света, помноженная на время экспозиции, является постоянной величиной) не может быть принят безоговорочно. Прежде всего этот закон действует только в определенных границах. При силе света, превышающей определенный уровень, реакция, как правило, меняет направление: насекомое, поло-

жительно реагирующее на свет, начинает реагировать отрицательно.

Но и в воспринимаемых пределах силы света действие этого закона усложняется и выражается в виде логарифмической зависимости. Свет вызывает иногда *перемещение*, скорость которого меняется, как у колорадского жука; лишь иногда оно проявляется в *продолжительности покоя*. Насекомое начинает двигаться не сразу после того, как на его рецепторы падает световой луч; ему требуются секунды, а порой и минуты, прежде чем оно «решается». Наконец, когда сила света слишком слаба, продолжительность возбуждения оказывается бессильной и вся реакция снимается; насекомое ведет себя, как в темноте.

И все же возможна известная аналогия между реакцией на свет растений и реакцией животных; правда, аналогия основана на понимании вопроса, противоположном тому, какое развивал Леб. На верхушке молодого стебля овса обнаружили участок, богатый желто-красным пигментом, каротином: этот «каротиновый глаз» — чрезвычайно чувствительный к свету; избирательное возбуждение его приводит к изгибанию молодого стебля по направлению к источнику света. Самые действенные лучи — желто-зеленые. Но если положить на каротиновый глаз кусочек бумаги, покрытой тонким слоем металла, исчезают не все реакции: легкое изгибание стебля еще может иметь место, но главным образом под действием синих и фиолетовых лучей. Здесь мы снова сталкиваемся с явлениями, говорящими о наличии двух видов чувствительности — глазной и внеглазной.

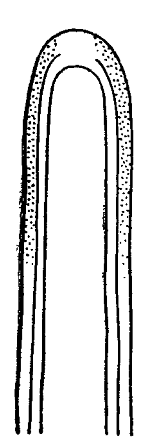


Рис. 8. Светочувствительный «каротиновый глаз» в колеоптиле овса (по Вио).

Покрытая точками часть рисунка обозначает зону, в которой располагаются пигментные грануляции.

Внеглазная чувствительность у насекомых. Грабер уже довольно давно заметил, что если покрыть глаза насекомого черным непрозрачным лаком, то это никоим образом не препятствует реакции на свет. Позднее Туколеско изучил фототропизм обезглавленных мучных червей (для насекомого потеря головы

часто всего лишь довольно незначительное происшествие, которое немедленно вовсе не влечет за собой неприятных последствий. Полужесткокрылые насекомые Rhodnius, так великолепно изученные Уигглсуорсом, могут прожить в этом состоянии целый год. Уигглсуорс отметил, что реакции на свет продолжаются. Причем это явление общего порядка, обнаруживаемое среди многочисленных групп насекомых; глаза вовсе не есть необходимая основа световой чувствительности, хотя они и являются основой в создании зрительных образов.

Несравненно более любопытна разница в способности к восприятию различия в длине волн двух аппаратов — глазного и внеглазного. В этом можно убедиться, покрыв все тело насекомого лаком и оставив нетронутыми глаза и глазки или проделав противоположную операцию. Таким образом, легко устанавливается, что сине-зеленые лучи больше возбуждают животных с нетронутыми глазами. Зато, после выключения глаз, синие и фиолетовые лучи явно оказывают наибольшее воздействие: в этом случае функционирует одна внеглазная чувствительность. Неясно, где сосредоточена эта загадочная чувствительность, на одном ли уровне с самим кожным покровом или в нервной системе. Первая гипотеза пользовалась успехом у некоторых исследователей, которые окрестили внеглазную чувствительность «дерматоптической». Но они не смогли привести никаких аргументов в защиту положения, отразившегося в этом термине, а именно того, что сам кожный покров способен изменяться под воздействием разных видов светового возбуждения. Напротив, один старый опыт Проссера доказывает, что обнаженная и возбуждаемая светом нервная цепочка рака способна отклонить пучок лучей катодного осциллографа, то есть излучать ток действия. Поскольку насекомые и почти все животные, используемые для изучения тропизмов, в основном более или менее прозрачны, позволительно предположить, что свет непосредственно возбуждает их нервную систему, проникая сквозь кожный покров. Но окончательный ответ потребовал бы новых опытов.

Как бы то ни было, здесь можно вскрыть одну поразительнейшую аналогию с двумя видами чувствительности молодого стебля овса и установить поистине любопытное родство между животными и растениями, как если бы некоторые основные реакции по отношению к свету на

самом деле являлись характерными для всякой живой протоплазмы. Но соотношение с основными лебовскими утверждениями остается, как можно видеть, грубым и поверхностным.

Было бы полезно получить дополнительные данные об этой не связанной с глазами таинственной чувствительности к свету. В классе млекопитающих она, по-видимому, неизвестна, хотя Жюлю Ромену в то время, когда он еще назывался просто Фаригулем[1], показалось на мгновение, что он открыл ее у человека. Опыт, на который он опирался, заслуживает быть изложенным здесь, как пример порочного применения статистики.

Наш исследователь завязывал человеку, над которым производил опыт, глаза, потом прикладывал к его ладоням пластинки разных цветов; пациент должен был назвать эти цвета. Процент правильных ответов достиг 66, то есть был не намного, но явно выше случайного выбора. Различные исследователи принялись тщательно изучать этот феномен, не будучи в состоянии дать ему удовлетворительное объяснение: трудно было найти, где в технике Фаригуля кроется заблуждение... до того дня, когда Фаригуль признался, что, не видя в этом никакой уловки, он старался прекратить опыт всегда на положительном результате: когда пациент ошибался, исследователь, до того, как закончить данный ряд опытов, побуждал его попытаться еще раз. И, если ответ был правилен, он на этом и останавливался. Это еще до опыта обеспечивало правильным ответам определенное априорное преимущество и было достаточным для объяснения конечного шестидесятишестипроцентного соотношения в пользу успешных ответов. Теперь мы больше не совершаем подобного рода ошибок, потому что умеем анализировать опыты гораздо более критично, и все более успешно извлекаем истину из-под изменчивых аспектов действительности. И все-таки может случиться, что наши труды покажутся нашим внукам столь же сомнительными, как и труды Жюля Ромена.

Бабочка устремляется к пламени, не заботясь о тех проблемах, которые вызывает каждое ее движение. Вначале биологи считали ее простейшей машиной, все реакции

---

[1] Фамилия реакционного французского литератора, известного под псевдонимом Жюль Ромен. *(Ред.)*

которой можно объяснить небольшим числом комбинаций. Потом они лучше к ней присмотрелись, и лес неразрешенных проблем стал еще более дремучим: ведь каждое движение было неразрывно связано со всем организмом во всей его ужасающей сложности. Может быть, мы, в конце концов, ошибочно пытаемся, следуя картезианскому[1] методу, дробить поведение на составные части, якобы более простые для понимания? Может быть, живая природа не подчиняется картезианским законам? Может быть, деление трудной задачи на возможно большее число частей, как того требуют Regulae ad directionem ingenii[2], делает невозможным последующий опыт?

И все-таки мы ведь не перешагнули порога лаборатории. Откроем же теперь двери и выйдем, поглядим, что представляют собой тропизмы в открытом поле, там, где гусеницы не обращают ни малейшего внимания на солнце и где должны пройти окончательную проверку все теории.

Световые ловушки. Случай практического применения тропизмов. Человек ведет против вредных насекомых непрестанную борьбу, которая не всегда увенчивается успехом. Сейчас мы увидим примеры этого. О бабочках, привлекаемых пламенем, писали все наблюдатели, а существует ведь столько вредных чешуекрылых: совершенно естественно было бы использовать световые ловушки, привлечь вредителей и уничтожить. Для этого пользуются наэлектризованной решеткой или, проще, удушливыми парами, которые выделяются вблизи ловушки. Этот метод испытан, например, против розового хлопкового червя, который зачастую превращает коробочки хлопка в кишащую гусеницами массу. Но увы, на свет летят, как правило, одни самцы, а самки где-то укрываются, где — неизвестно.

Во всяком случае, об этом ничего не подозревали до последних лет, когда научный мир был взволнован сообщением доктора Вилльямса из знаменитой Ротгамстедской опытной станции в Англии.

Вилльямс — уже немолодой исследователь, к которому его коллеги до недавних пор относились не очень серьезно, потому что чуть ли не единственным его занятием было ловить бабочек при помощи ловушек — световых или

[1] Картезианство — взгляды французского философа-рационалиста XVII века Ренэ Декарта. *(Ред.)*

[2] Латинское выражение: Правила о направлении нрава. *(Ред.)*

засасывающих (они состоят из огромного, высотой с человека, воздушного насоса, который втягивает все, что приближается к его широкому раструбу). Я видел, как Виллльямс с восхищенной улыбкой показывал своим коллегам добрых полфунта ночных бабочек, которые являлись его охотничьим трофеем, добытым за одну ночь. Над Виллльямсом смеялись, его называли murderer (убийцей), но старый исследователь, не обращая внимания на насмешки, продолжал свое дело с той спокойной твердостью, которая рождается у человека, уверенного в том, что в лабиринте науки он идет по верному пути. За четыре года он выловил 450 000 бабочек и начал публиковать все более и более интересные выводы из своих многочисленных охотничьих операций. Именно благодаря Виллльямсу мы понимаем теперь, почему в ночные ловушки попадались одни самцы: самки летают на другой высоте.

Виллльямс сравнил уловы насекомых в ловушки, установленные на разных уровнях (до 16 метров). Оказалось, что самки многих видов летают гораздо выше самцов и нередко на высоте 16 метров находятся почти исключительно самки. Но, разумеется, оба пола должны все-таки когда-нибудь встретиться! Но почему так различны уровни полета — ученые теряются в догадках. Может быть, дело в различной чувствительности полов к температуре и влажности, столь резко изменяющимся по мере повышения над землей. Как бы там ни было, нам остается, благодаря Виллльямсу, надежда, что мы в один прекрасный день сможем применить световые ловушки в борьбе с вредными чешуекрылыми.

Английский исследователь в своих работах не остановился на этом. Бабочки были определены, число особей каждого вида не представляет собой чистой случайности, оно подчиняется определенному закону. Большинство видов представлено в результатах ночных уловов только незначительным числом особей. Таким образом можно высчитать «индекс разнообразия» и позволить себе несколько чрезвычайно любопытных выводов о динамике видового состава. Может быть, мы еще будем иметь случай вернуться к этому.

Совсем недавно к проблеме световых ловушек вновь обратился Робинзон. Он задался целью доказать существование некоторых особенных явлений. Если, например, световые ловушки расставлены на небольшом расстоянии

друг от друга, так, чтобы, находясь возле одной, можно было видеть другую, состав выловленных представителей фауны может быть очень пестрым. Это признак того, что насекомые, проявляющие фототропизм, привлекаются в ловушки только с очень близкого расстояния.

За несколько сотен метров от данного места состав пойманных насекомых может сильно измениться в зависимости от характера ближайшей растительности. Насекомых особенно привлекает блеск источника света, а это значит, что большая «матовая» лампа меньше их заинтересует, чем какой-нибудь не очень сильный, но блестящий источник света.

В среде фотопозитивных насекомых притяжение их к свету проявляется только выше или ниже определенного порога яркости освещения (это «фотопатическая способность» Вио). Таково объяснение этого явления, которое в свое время так возбудило любопытство Реомюра, спрашивавшего, почему ночные бабочки летят на свет свечи, в то время как днем их не видно? Оказывается, что слабый свет ночи не превосходит их способности переносить свет. Более того, многие из них днем погружены в состояние каталептического покоя.

Наконец, даже среди насекомых, положительно реагирующих на свет, можно найти небольшой процент особей, реагирующих отрицательно, привлекаемых лишь к очень слабым световым источникам. То же явление, только в противоположном смысле, наблюдается среди насекомых, реагирующих на свет отрицательно: даже если источник света достаточно силен, некоторые особи все же направляются к нему. Таким образом, в тропизмах, по-видимому, проявляется не только индивидуальная изменчивость, но также и проблема численности видов. Очень заманчиво было бы изучить путем выборочного разведения насекомых расщепление признаков «большей фотонегативности» или «меньшей фотонегативности» по законам генетики.

ХЕМОТРОПИЗМЫ

Здесь мы проникаем в область совершенно новую, которая изучалась не столь тщательно, как фототропизм. В противоположность последнему, практическое значение хемотропизма в мире насекомых представляется важным. По правде сказать, мы совершенно не наблюдаем четкой

ориентации насекомых по направлению к обонятельному или вкусовому источнику, да и могло ли быть иначе, если запахи распространяются в воздухе? Что же касается вкуса, который мы предпочитаем называть *химической чувствительностью прикосновения*, то он может привлекать или отталкивать только на чрезвычайно малом расстоянии, почти при непосредственном соприкосновении.

Но подобно тому, как самца бабочки привлекает пламя, его привлекает и самка. Он устремляется к ней за несколько километров, находя путь по издаваемому ею запаху. Я несколько раз был этому свидетелем в то время, как искал куколок бабочек. Вспоминаю об одной из них, вылупившейся на следующий же день под колпачком из металлической сетки. Это была самка Sphinx ocellata великолепных серых и фиолетовых тонов, превосходная бабочка, застывшая на стенке колпачка. В тот же вечер мое внимание привлек какой-то шорох: об оконное стекло бился только что прилетевший самец серо-коричневой бабочки, крупный, с большими фиолетовыми пятнами. Я в задумчивости смотрел на них, перед лицом всех проблем, поднимаемых таким, с виду простым фактом.

Мелль высчитал, что самка может привлечь самца с расстояния 11 километров. Эта цифра кажется преувеличенной или по меньшей мере исключительной. Но совершенно точно установлено, что крупные самцы могут, и при этом очень легко, находить своих самок на расстоянии пяти-шести километров. Ведь известна нам привлекающая пахучая железа, крошечная и притом выделяющая запах, не воспринимаемый человеком. Если предположить, что вся она полностью состоит из одного только сильно пахнущего вещества, то расчет показывает, что раствор этого вещества в зоне радиусом около десяти километров поразителен: получается примерно одна молекула на кубический метр!

Какими бы грубыми и приблизительными ни были эти расчеты, они все же характеризуют показатели данного явления. И вот этот-то, такой слабый раствор молекул должен, однако, снабдить самца направляющим градиентом[1], потому что он находит самку и относительно скоро. Таким образом вправе ли мы называть обонянием чувство,

[1] Градиент — мера возрастания или убывания в пространстве какой-нибудь физической величины при перемещении на единицу длины. *(Ред.)*

в такой степени отличное от нашего обоняния? Допустим, что это слово употребляется только за неимением другого, более подходящего. В этом случае много думали о «волнах» нового типа. Но этой гипотезе сильно недостает экспериментального обоснования.

Если мы не знаем внутренней сущности явления, то можно, по крайней мере, попытаться, следуя правилам Бэкона, прекратить или изменить его. Совершенно очевидно, что если самку спрятать под герметический колпак, она перестает привлекать самцов. То же происходит, если удалить обладающие притягательной силой железы. Самец заинтересуется только железой, положенной на стеклянную пластинку, и даже попытается копулировать с ней, но он не обратит ни малейшего внимания на живую оперированную самку, находящуюся совсем рядом. Для изучения действия привлекающей железы нет необходимости обращаться к ночным бабочкам: достаточно взять обыкновенного тутового шелкопряда, которого легче изучать, потому что он не летает. Известный немецкий химик Бутенандт избрал его для опытов. Как только он подносит к садку с едва вылупившимися самцами самку, самцы тотчас же начинают хлопать крыльями и взбираться на стенки, пытаясь добраться до самки. Так же действует привлекающая железа, положенная на конец палочки.

Получить миллионы шелкопрядов легко, потому что можно купить килограмм их грены, в которой каждое яйцо весит всего какую-то частицу миллиграмма. Из нескольких сотен тысяч бабочек, вылупившихся из этих яиц, Бутенандту удалось извлечь несколько миллиграммов привлекающего вещества в чистом виде. Оно обладает почти невероятной действенностью. Палочка, смоченная в растворе, содержащем одну тысячную этого вещества, так же сильно привлекает самцов, как и настоящая самка. Конечно, проблема далеко не разрешена, но она все же начинает вырисовываться более отчетливо.

Что же это за таинственное вещество, о котором мы знаем только, что оно состоит из трех элементов, то есть содержит только углерод, водород и кислород и не содержит азота? Относится ли оно к одной химической группе у тутового шелкопряда и у крупных ночных бабочек? Не обладает ли оно какими-нибудь совсем новыми свойствами, если может привлекать самцов за несколько

километров? Каковы же эти свойства? Поистине, исследовательская работа не кончена, она едва только начинается[1].

Заметьте, что почти сходные явления мы находим у собаки, преследующей зайца по следу. Обонятельная слизистая оболочка нашего верного спутника по своему развитию более чем в десять раз превосходит нашу. Чувствительность ее буквально неимоверная. Людям кажется удивительным, что собака может разыскать дичь через несколько дней, в то время, как этот путь был намечен всего только коротким соприкосновением почвы и локомоторного аппарата. Ведь достаточно же несколько секунд подержать в руке палку, чтобы хорошо выдрессированная собака могла даже распознать в ней запах определенного человека и найти след человека, который держал палку.

Способностью отыскивать следы обладают также и насекомые. Эта способность широко распространена у перепончатокрылых — паразитов; к тому же в поведении этих видов обнаруживаются явления, до нынешнего времени не поддающиеся объяснению. Большое число перепончатокрылых с длинным буравцем, например, никогда не видит жертвы, в которую собирается отложить яйцо, потому что жертва находится под землей, или, более того, внутри ветви твердого дерева, то есть в убежище, со всех сторон защищенном стенками без щелей. Толщина стенок может превышать полсантиметра.

Что подумать о запахе, который проходит сквозь слой дерева в полсантиметра и позволяет перепончатокрылому насекомому определить местопребывание своей жертвы настолько точно, что почти невидимое невооруженным глазом яйцо осторожно вкладывается в тело крохотной личинки? Мы сталкиваемся здесь с проблемой того же рода, что и половое привлечение бабочек.

Активные вещества и случаи их применения. Возможность извлекать вещества, от которых зависит хемотропизм, и доводить их концентрацию до степени, превосходящей естественную, дает право на самые смелые надежды. Может быть, ученые смогут, подобно тому, как магнит притягивает железные

---

[1] Немцы недавно установили влияние ветра и воздушных потоков на привлечение самцов за несколько километров. *(Прим. автора.)*

опилки, привлекать вредные виды насекомых, с тем чтобы их легко было уничтожить или, напротив, при помощи отталкивающих веществ мешать им наносить вред. Следует сказать, что в ряде случаев эти надежды уже осуществились. Доказано, например, что фруктовая муха Dacus интересуется главным образом производными от эвгенола[1] (изо- или метилэвгенолом). Достаточно потереть чашку тряпкой, пропитанной этими веществами, чтобы немного позже найти ее до *половины наполненной* фруктовыми мухами, хотя они гораздо меньше комнатных.

Изученное Беккером жесткокрылое насекомое Hylotrupes bajulus разрушает альпийские сосновые хижины, просверливая в бревнах огромное количество отверстий. Пропитывая стойки производными скипидара, извлеченными из древесной смолы хвойных деревьев, исследователь установил, что самки интересуются исключительно углеродисто-водородными соединениями группы пинена и сильвестрена. Если этих веществ нет, дерево остается в полной сохранности.

Американцы серьезно относятся к опасности, которую представляет японский майский жук Popilia japonica, чрезвычайно вредный паразит. Угроза его акклиматизации в США вполне очевидна. Принимаются самые тщательные меры предосторожности, чтобы предотвратить бедствие в зародыше. В числе других мер используются ловушки с гераниолом, веществом настолько заманчивым для Popilia, что они стали обнаруживаться в таких местах, где раньше их никто никогда не видел!

Москитов можно собрать просто на углекислый газ. Возможно, что выделяемый при дыхании углекислый газ, а также животное тепло служат приманкой, привлекающей их к человеку. Для москитов изготовляют превосходные ловушки с небольшими приспособлениями, выделяющими этот газ. Американские военные не ошиблись, расставляя эти ловушки во время войны вокруг своих лагерей.

Черный банановый долгоносик. По правде сказать, не всегда все складывается так просто. Случается, что привлечение обусловливается не одним каким-либо фактором, но, как говорят, целым созвездием факторов, возможность воспроизведения и синтезирования которых в опытах в ряде случаев остается весьма спорной.

---

[1] Эвгенол — душистое вещество с запахом гвоздики. *(Ред.)*

Один из моих учеников, Кийе, несколько лет назад изучал черного бананового долгоносика (которого наградили именем Cosmopolites sordidus[1]!). Этот бич плантаторов Гвинеи и Антильских островов проникает в корневище бананового дерева, пробуравливает в нем многочисленные ходы и вскоре приводит растение к истощению и гибели. Мы с Кийе хотели выяснить, что же так привлекает долгоносика в банановом дереве.

Нам было известно, что плантаторы изготовляют ловушки для долгоносика при помощи кусков бананового ствола, оставляемого гнить на земле. Каждое утро рабочие собирают долгоносиков, которые иногда в довольно большом количестве скопляются под бананом.

Кийе удалось извлечь из приманок растворимое в щелочной воде коричневое вещество, сильно привлекавшее Cosmopolites. Мы ног под собой не чуяли от радости. Мы уже мысленно рисовали перспективы сооружения искусственных ловушек, пропитанных приманочным веществом в сильной концентрации, что позволило бы привлекать и уничтожать миллионы долгоносиков. В самом деле, в лаборатории привлекающие свойства вещества, казалось, возрастали пропорционально степени его концентрации, причем нельзя было обнаружить предела этого возрастания.

Но близок локоток, да не укусишь. Мы не замедлили убедиться в этом.

Надо было снова провести опыты и не в стеклянных ящиках, как мы это делали раньше, а почти в природных условиях. И вот погреб, оборудованный под террариум, с температурой 30 градусов и с насыщенной влажностью. Посреди него положен кусок ствола. Условия получились подходящие. Начал развиваться маленький ярко-зеленый росток, а долгоносики, внесенные в погреб, обнаружили банановое дерево и стали на нем размножаться. Они собирались под ловушки, устроенные так же, как это делают плантаторы, из куска расщепленного ствола бананового дерева. Мой ученик Леконт, внимательно следивший за опытом в террариуме, начал серьезно надеяться на успех.

В один прекрасный день вместо ловушек были положены губки, пропитанные сильно концентрированным, привлекающим веществом, и я чувствовал себя чрезвычайно

[1] Sordidus (лат.) — отвратительный, мерзкий. *(Ред.)*

гордым, открывая на следующий день дверь в террариум: уж, конечно, под каждой губкой обнаружится не меньше 200 долгоносиков. Увы, их было всего два под всеми губками, вместе взятыми. И так продолжалось полтора года.

Мы терялись в догадках, и одну за другой перепроверили самые невероятные гипотезы. Каждый вечер Леконт, раздевшись до пояса, опускался в погреб, чтобы поработать над закладкой нового опыта, который приводил к таким же отрицательным результатам, как и предыдущие. Попытки подобного же рода, предпринятые по нашим указаниям в Гвинее, дали не лучшие результаты. Оставалось дать распоряжение прекратить все, однако, наконец, наступил долгожданный день...

Утром я спустился в погреб. Заметив в углу кучу вышедших из употребления губок, я в десятый раз напомнил Леконту, чтобы он их выбросил, и поднялся к себе. Через несколько минут в кабинет вбегает Леконт с губкой, взятой из той же кучи. На губке добрая сотня долгоносиков.

«Сударь,— говорит он мне,— это губка из середины кучи; ни на ней, ни под ней Cosmopolites нет!»

Взволнованный, я спускаюсь вниз, чтобы проверить это: все рассказано верно. Мы немедленно приступили к определению содержания воды в каждой губке, лежащей в куче: верхние были, разумеется, сильно влажными, а нижние сухими. Но губки из середины кучи содержали воды примерно столько, сколько положенный в конце ловушки ложный ствол бананового дерева. Таким образом, долгоносику требуется не только определенное привлекающее вещество, но и необходимо, чтобы этим веществом был пропитан субстрат, содержащий воды примерно столько же, сколько и банановое дерево.

Итак, для эффективного заманивания насекомых в ловушки требовалось соединить оба стимула.

Это расстраивало наш проект изготовления искусственных ловушек. Мы не знали, как поддерживать в них оптимальное содержание воды. Пришлось дальше работать над совершенствованием естественной ловушки и по возможности дополнить ее конструкцию «морилкой». Это по меньшей мере устранило бы необходимость докучной, невыгодной и плохо исполняемой работы по собиранию паразитов.

Увы! Все средства для уничтожения насекомых, которые мы могли применять, были отталкивающими и унич-

тожали привлекающие свойства ловушки! Правда, нам удалось, наконец, приготовить не отпугивающую и все же очень ядовитую для долгоносика смесь, на что потребовалось более года. Но это уже была новая страница.

Отталкивающие вещества. Само собой разумеется, что отталкивающие вещества представляют столь же большой интерес, как и привлекающие. Они находят себе все большее применение, так как обладают перед инсектицидами одним значительным преимуществом: способностью избирательного действия. Они никоим образом не вредят полезным насекомым и ограничиваются отталкиванием вредных. Совершенно особым образом эти вещества изучались на москитах, а с начала последней войны американцы стали употреблять Rutgers, пропитывая им сетки, которыми закрывали лицо. Им можно было также натирать лицо или руки. Но отталкивающее действие этого вещества сохраняется лишь в течение нескольких часов. В его состав входит определенное количество диметилфталата. Впоследствии были выпущены в свет другие, разнообразные составы. Время их действия оказалось значительно более продолжительным.

Блистательная победа, которую оценят все хозяйки, одержана в борьбе с молью (Tineola), так часто обезображивающей нашу одежду. Оказывается, вещества, в состав которых входит аллил или фенилтиомочевина, оказывают на личинок этих насекомых такое отталкивающее действие, что на лоскутах ткани, пропитанной этим веществом, они погибают от голода. Достаточно один раз смочить одежду в слабом растворе отталкивающего вещества, и она оказывается надежно защищенной на целый год.

Отталкивающие вещества часто встречаются в растениях, которых поэтому не трогают насекомые-истребители. Так обстоит дело с Melia azedarach, небольшим, высотой со сливовое дерево, кустом, часто встречающимся в Северной Африке. Во время ужасных нашествий саранчи, о которой еще будет случай говорить, саранчовые часто тысячами висят на его ветках, грозя сломать их; но они не трогают ни единого листка. Если другие растения, обычно пожираемые саранчой, обрызгать вытяжкой из листьев Melia, это послужит им надежной защитой.

Отталкивающее вещество кажется достаточно устойчивым, и некогда я попытался выделить его. Впоследствии, встретясь с некоторыми техническими трудностями,

я, вместе с одним из моих друзей Менцером, пошел в несколько ином направлении, обратясь к поискам искусственных отталкивающих веществ.

Нетрудно оказалось найти способ испытать действенность отталкивающих веществ, тем более что в моем распоряжении был большой выводок саранчи. Достаточно заставить ее голодать, потом дать ей облатки, приклеенные к куску влажного гипса: саранча охотно пожирает пресный хлеб. В зависимости от концентрации пропитывающего облатку отталкивающего вещества, поверхность хлеба, изъеденная саранчой, оказывалась большей или меньшей. Измеряя эту поверхность, мы получали возможность охарактеризовать определенное вещество в определенных единицах отталкивания. Число единиц соответствует числу литров в предельном по действенности водном растворе, который можно приготовить из единицы веса этого вещества. Все это потребовало большого количества опытов, причем было скормлено много облаток. Моя помощница ходила их покупать к церкви Сен-Сюльпис у одного старичка, все время допытывавшегося, что это за прихожане, которым требуется столько облаток. Он чуть не упал в обморок, когда ему объяснили, что облатки скармливают саранче!

Все шло нормально. Мы перепробовали около шестидесяти синтетических веществ, принадлежащих к множеству разных химических рядов. Как только один какой-либо ряд оказывался активным, Менцер упорно пытался повысить его отталкивающую силу, например подставляя радикал этила или остаток ацетила вместо метила и т. д. Таковы классические методы органической химии. Достаточно найти вещество, с которого следует начать, как бы ни была слаба его активность, а если достаточно обрабатывать молекулу, всегда есть верные шансы прийти к желаемому результату. Химики Дюпон и Немур даже высчитали, что, испробовав наугад 2000 веществ, бесспорно можно найти искомое.

Нам удалось настолько усилить отталкивающую силу выбранной нами молекулы, что при концентрации в пять сотых саранча оставляла нетронутыми не только облатки, но и ростки пшеницы — ее любимого лакомства.

Казалось, настал момент перейти от лабораторных опытов к испытанию в природных условиях. В самолете, который вез нас в Марокко, мы с Менцером предавались

самым радостным надеждам. Только что огромные тучи саранчи опустошили Су и направлялись к Маракешу. Мы везли с собой несколько килограммов драгоценного отталкивающего вещества и уже представляли себе, как саранча миллионами набрасывается на посевы, но улетает, отвращенная нашим изобретением.

Когда мы прибыли в Маракеш, это было в январе, на площади Джмаа эль Фна начинали продавать (на черном рынке) вареную саранчу. Через несколько дней опыты были уже в разгаре и я потерпел одно из самых тягостных за всю свою научную деятельность поражений. Было невозможно обнаружить ни малейшей разницы между отношением саранчи к растениям, опыленным отталкивающим веществом, и к неопылявшимся контрольным растениям. Специалисты управления охраны растений, которые очень любезно помогали нам в опытах, начали подсмеиваться над нами, так как вид у нас был весьма жалкий.

Впрочем, мы почти уяснили себе причину нашей неудачи. Отталкивающее вещество не растворялось в воде и плохо покрывало растения. В то же время достаточно было окропить растения водой, в которой варились плоды ясенки, чтобы саранча оставила их в полной сохранности.

Все дело в том, что одна из моих исходных предпосылок оказалась ложной. В Париже перед каждым опытом я подвергал насекомых жестокому голоданию в течение 24 часов. Кроме того, они содержались при температуре 35 градусов. Это условия исключительно суровые, никогда не встречающиеся в природе.

«Моя саранча,— говорил я себе тогда,— должна быть гораздо более голодной, чем саранча в Африке. Если, несмотря ни на что, она не трогает подвергнутые обработке растения, то тем более она их не тронет в природных условиях».

Здесь было упущено всего лишь одно важное обстоятельство: мои насекомые на протяжении многих поколений содержались в закрытом сосуде. А прекрасно известно, что в подобных условиях выводки, как правило, ослабляются, и их реакции оказываются не совсем такими, как на свободе и в диком состоянии. Я почти убежден, что в отношении аппетита изменения приняли столь глубокий характер, что делали невозможными правильные выводы. Голод дикой саранчи, должно быть, неизмеримо сильнее голода выращенных в лаборатории насекомых, даже

когда они находятся в состоянии истощения, вызванного экспериментальным голоданием так, что нашего «отталкивающего» вещества было далеко не достаточно!

Накануне отъезда мы с Менцером в очень подавленном настроении бродили по холмам, окружающим Маракеш. В январе эти холмы покрыты множеством цветов и ничем не напоминают ту противную, опаленную солнцем соломенную подстилку, вид которой они примут через два месяца. Рабочие-арабы под руководством чиновника Управления вод и лесов были заняты работами по лесонасаждению. Не знаю, почему я обратился к ним с вопросом:

«Известны ли вам травы, которые никогда не поедает джерад?»

Они, в самом деле, знали такие травы и указали нам три из них: большой златоцветник, малый златоцветник (A. tenuifolius) и большой морской лук (Scilla maritima). Не питая чрезмерных надежд, но именно потому, что в науке не следует ничем пренебрегать, я собрал листья и луковицы этих трех растений и увез их в Париж.

Тотчас же были проведены опыты: ростки ячменя мы обработали кашицей из истолченных подземных частей и луковиц. Большинство опытов дали отрицательные результаты, однако луковица морского лука оказалась обладательницей отталкивающих свойств столь же полно, как и вытяжка из Melia azedarach.

Биохимический состав луковицы морского лука достаточно хорошо известен. Он включает гетерозид и сквилларен, применяемый как тоническое средство при сердечных заболеваниях и продающийся во всех аптеках. Что если именно он и является фактором, обусловливающим отталкивающее действие?

Я тотчас же бросился через бульвар Распай в ближайшую аптеку, чтобы купить там лекарственный препарат Сквилларена. Опылить им молодые стебли ячменя и предложить их саранче было делом одной минуты. На следующее утро я пережил одну из тех минут, которые являются наградой за годы мучительных поисков: опыленные растения ячменя были совершенно нетронуты, в то время как от контрольных растений ничего не осталось. Итак, существует еще одно очень распространенное на Средиземноморском побережье растение, вытяжка из которого могла бы служить защитой драгоценных культур

от саранчи. Опыты, проведенные в Сельскохозяйственном институте в Алжире по моим указаниям, подтвердили, что морской лук обладает по меньшей мере таким же отталкивающим действием, как и Melia azedarach.

Напомним об одной особенности, присущей всем противосаранчовым отталкивающим веществам, естественным или синтетическим: все они чрезвычайно горькие. Но отталкивающим действием обладают не все горькие вещества; так, саранча, по-видимому, не воспринимает вкуса сульфата хинина (одного из самых горьких на вкус человека веществ) и пожирает посыпанное им растение. Но кора Melia — не горькая и в виде экстракта ни в коей мере не служит, как вытяжка из чрезвычайно горьких листьев, защитой росткам ячменя.

В Южной Америке недавно получен путем отбора новый сорт маиса — Амарго (по-испански, горький). Саранча его совершенно не трогает. Очевидно, если возможно найти растение, производящее свои собственные защитные вещества, то это и есть то радикальное разрешение вопроса, которое следует предпочесть всем обрызгиваниям в мире.

ГИГРО- И ТЕРМОТРОПИЗМ. ГЕОТРОПИЗМ

О реакциях на температуру и на влажность скажу всего несколько слов. Насекомые чрезвычайно чувствительны к этим факторам. Теплая зона «схватывает» их почти так же, как ловушка. Почти все они проявляют отчетливое «предпочтение», то есть в основном держатся между определенными температурными границами. Шопар приводит один старый опыт, который может послужить примером использования температурной избирательности. Металлическая пластинка в центре нагрета горелкой Бунзена и на нее сажают несколько особей саранчи: насекомые тотчас же располагаются вполне правильным кольцом вокруг зоны максимального нагрева. На уровне этого круга температура субстрата достигает 35—37 градусов. Можно отметить один довольно необычный факт: если насекомые отчетливо реагируют на рассеянное тепло, то до сих пор не удавалось получить четкую реакцию в пучке инфракрасных тепловых лучей (за исключением, быть может, случая с Rhodnius, экзотическим полужесткокрылым, изученным Уигглсуорсом).

Гигротропизм несколько труднее изучать, но насекомые очень чувствительны и к степени влажности атмосферы или к наличию воды. Среди насекомых можно найти все степени этого тропизма: мучной червь предпочитает сухую среду с 10-процентной влажностью; взрослые особи Cosmopolites (черные банановые долгоносики) хорошо себя чувствуют только там, где влажность достигает или превышает 80—90 процентов.

Рассмотрим подробнее вопрос о *геотропизме*. Этот термин обозначает направленность движения в сторону силы земного притяжения, то есть по направлению к земле (положительный геотропизм) или в противоположную сторону, причем насекомые поднимаются вверх по предметам (отрицательный геотропизм). В этой связи вспоминается восточная притча о Тамерлане. Однажды, утомленный убийствами, он забавлялся в своем шатре тем, что заставлял муравья взбираться на палочку лишь затем, чтобы перевернуть ее, как только бедное создание достигнет высшей точки. И это продолжалось целый день. У кого же, говорит древняя сказка, было больше терпения, у Тамерлана или у муравья?

Жаль, что Тамерлан в то время был совершенно незнаком с теорией тропизмов, потому что он мог бы со своим муравьем и палочкой обнаружить элементы интереснейшей проблемы. Согласно теории тропизмов sensu stricto[1], животное является простейшей машиной, повинующейся небольшому числу элементарных импульсов. Если исходить из этого положения, то геонегативный муравей должен, достигнув верхнего конца палочки, остановиться. Не имеется никаких оснований для того, чтобы он поступил как-нибудь иначе. В действительности же муравей суетится, ощупывает пространство антеннами и, если оставить палочку в покое, в конце концов сам спускается по ней.

Муравей может несколько раз подряд спускаться и подниматься. Можно сказать, что здесь проявилась последовательная направленность тропизма в двух противоположных направлениях. Подобное явление наблюдается также в фототропизме: фотопозитивное насекомое, в течение долгого времени подвергаемое воздействию сильного источника света, в конце концов, убежит от

[1] Строго говоря. *(Ред.)*

него. Однако обратная направленность ни в одном случае не изучается с такой наглядностью, как на примере геотропизма.

Но хотя это монотонное чередование направлений, сменяющих одно другое, может показаться усыпляющим как опиум, муравей Тамерлана лишил меня сна, будоража мою мысль. Тогда я дал одному из моих учеников — молодому священнику — следующее задание: взять таракана (Blatella germanica), дать ему палочку и часами наблюдать, что он будет делать, не касаясь его.

Аббат Даршен (так его звали) устроил в своем скромном доме при церкви, в глуши нищей провинции Бос, маленькую лабораторию и в течение трех лет наблюдал за тараканом. Он предпринимал большие предосторожности, чтобы его прихожане ничего об этом не узнали. Затем он снова приехал ко мне с целым ворохом удивительных сообщений о результатах своих опытов.

Как мы и предполагали, тараканы несколько раз подряд взбирались и опускались по палочке. Но уже минут через двенадцать число сантиметров, которое они проползали за единицу времени, заметно уменьшалось. Потом, примерно на двадцатой минуте, тараканы останавливались в каком-нибудь месте. Дело было, видимо, просто в усталости. Даршен сократил длину палочки, и число сантиметров, которое тараканы проползали до остановки, заметно уменьшилось, и тем больше, чем короче была палочка. Следовательно, усталость в этом явлении не играет никакой роли, тем более что кривая уменьшения активности одинакова на вертикально и горизонтально поставленных палочках. Значит, дело и не в геотропизме?

Простое наблюдение за тараканом, взбирающимся на палочку, обязывает нас обратиться к некоторым понятиям из числа наиболее неясных в науке о поведении: я имею в виду *исследовательскую деятельность.*

Известно, что все охотничьи собаки, даже закормленные, продолжают более или менее безнадежные поиски дичи. Это явление общего порядка: любое создание, в данном случае таракан, в изобилии получающее в своей норме пищу и питье, оставляет нору как бы в поисках чего-то, как бы исследуя этот участок для всестороннего использования. В подавляющем большинстве случаев можно доказать, что это с виду бесцельное исследование

приводит к регистрации пространственных данных, к «знанию» определенных мест, которое может впоследствии пригодиться. Мы вынуждены рассматривать организм как некую постоянно натянутую пружину, которая должна действовать уже потому, что она существует. Не находя повода к действию, она подготовляет его предварительным исследованием (разумеется, речь идет совсем не о сознательной подготовке). Это очень плодотворная концепция, выработанная биологами — сторонниками школы объективного познания[1], и мы еще не совсем представляем себе всех ее последствий.

Наблюдая за тараканом, взбирающимся по палочке, Даршен на практике столкнулся с важной, имеющей широкое значение проблемой философии природы. Поэтому он начал методически изучать законы исследовательской деятельности насекомого. В то время как насекомое находится почти в состоянии покоя, со всяческими предосторожностями сменим верхнюю половину палочки, которая гладко пригоняется к нижней. Как только таракан натыкается на основание новой палочки, он вновь начинает ползти вверх, и кривая числа сантиметров, которые он проползает за единицу времени, заметно повышается. Но если палочку не меняют или ограничиваются тем, что, сняв на несколько секунд верхний ее конец, снова ставят его на прежнее место, насекомое, по-видимому, способно заметить, что никакого реального изменения не произошло, и скорость подъема продолжает, как правило, снижаться. Воспоминание об исследовании сохраняется в течение двадцати четырех часов,— это значительный отрезок времени для насекомого с такой короткой жизнью. Впоследствии Даршен выявил действие различных стимулов, роль изменения формы и диаметра палочки, перемены освещения или окружающей обстановки и других факторов, многие из которых способны возобновить исследование. Это чрезвычайно чувствительный к внешним условиям тип активности, который неизменно стремится прийти в действие.

---

[1] Об этой школе подробнее см. послесловие. *(Ред.)*

Глава третья

ПОЗНАКОМИМСЯ СО ШКОЛОЙ ОБЪЕКТИВИСТОВ

Попытаемся теперь рассмотреть насекомых под углом зрения совершенно иным, чем открываемый тропизмами.

Все знают, что естественные науки подвержены периодическим переворотам, которые не обязательно производят столько же шума, как события начала атомной эры. Но самые значительные перевороты — не всегда самые громкие. Я твердо верю, что *объективизм* в изучении поведения животных будет значить не меньше, чем эволюция в биологии.

Чтобы вполне оценить значение этой теории, необходимо вернуться к опытам по исследованию психологии, даже если придется повторяться (см. главным образом главу о тропизмах), или в какой-то степени выйти за пределы мира насекомых.

Эволюция психологии животных. Лет сто назад не могло быть дискуссии вокруг проблем психологии животных: все были согласны друг с другом. Птица собирала веточки «для» того, чтобы свить гнездо; волк преследовал дичь «для» того, чтобы утолить голод. Безоговорочно допускалось, это казалось очевидным, что животное способно к чему-то вроде размышления, проявлению сознательной воли, сознанию цели, то есть что оно обладает сочетанием свойств, вполне сходных с человеческими. Это было детство науки о психологии животных: к чему искать, если решение известно? Но тогда лучше изучать не животных, а человека.

Заслугой Леба и школы тропизмов является то, что их трудами был рассеян пагубный предрассудок. Но мы уже видели, что Леб и его последователи зашли слишком

далеко не только в своих выводах относительно мира животных, но и в том, что касалось человека: все сводилось к одним лишь слепым и автоматическим реакциям на раздражения, воздействующим на организм. Достаточно изучить сочетание — раздражение с одной стороны и реакция — с другой, чтобы все сразу понять. Так осуществлялась величайшая связь. Случайно сцепляясь, атомы создают неорганический космос, молекулы которого все так же случайно продолжают сочетаться, повинуясь только законам физики.

На заре веков, несомненно, это было в одном из первых теплых морей, возник некий организм. Он начал, тоже случайно, реагировать на внешние раздражения. Миллиарды подобных ему организмов погибли, потому что их строение не позволяло им осуществить необходимые для продления жизни реакции на стимулы; в состоянии неустойчивого равновесия на пороге смерти удерживались только наименее неприспособленные; и через сотни миллионов лет слепой отбор и реакции слепых, затерянных в непостижимом мире существ привели к появлению человека.

Этому грандиозному обобщению, от которого не отреклись бы Эпикур и Лукреций, можно поставить в упрек то же, что и наивным финалистам[1], о которых шла речь в начале главы: убеждение в том, что проблема решена и стремление представить бесплодными всякие дальнейшие изыскания; или по меньшей мере направить их в слишком узкое русло. Совершенно ли слепы реакции животных, как говорят сторонники Леба, или полностью адаптированы, как категорически утверждают финалисты, мы все это узнаем в *конце*, а не в *начале* наших исследований. Люди, склонные к догмам, исходят из того, что научное познание закончено, тогда как оно едва начинается.

Рождение объективизма. По правде говоря, и в начале века были ученые, которых не удовлетворяли теории обеих школ. Гейнрот, Гексли и другие за десятки лет исследований многое выяснили о различных диких животных, причем исключительно позвоночных (напомним, что сторонники Леба интересовались

---

[1] Финализм то же, что телеология, идеалистическое лжеучение, по которому все в природе устроено целесообразно, а развитие представляет движение к заранее предустановленной цели. *(Ред.)*

главным образом беспозвоночными и насекомыми). Они остро чувствовали, не совсем ясно признаваясь себе в этом, что к тому, что они видят, почти невозможно применить модные теории.

Приблизительно в то же время молодой студент Конрад Лоренц посещал лекции американских ученых по психологии поведения и уходил с них сильно взволнованным. Эти знаменитые ученые рассказывали о белой крысе в лабиринте, говорили о проблемах обучения, никогда, по-видимому, не выходя за пределы лаборатории. Казалось, им совершенно незнакома природа, утка на пруду в утренний час, осторожное выслеживание лисы и столько совершенно необъяснимых фактов, которые тысячи раз наблюдал юный австрийский студент Лоренц.

Трудно было понять Лоренцу, и это в самом деле необъяснимо, полный разрыв между природой и лабораторией, господствовавший в начале века. Биологам и психологам требуются простые, легко воспроизводимые и измеримые факты, а эти три условия неизбежно приводят к тому, что объект изолируется в четырех стенах.

Наука изучает только то, что можно измерить, это совершенно правильно; *следует, однако, выделить то, что заслуживает быть измеренным*, потому что бесконечное количество цифровых данных может оказаться лишенным малейшего интереса. А теории, вылупившиеся на свет в слишком искусственной среде, рискуют оказаться совершенно неприменимыми в свободных природных условиях.

Мы уже видели из предыдущей главы те огромные затруднения, с которыми встретилась теория тропизмов, и я верю, что теперь Лоренц одержал победу в умах подавляющего большинства ученых. Его идеи представляют к тому же лишь то возвращение к здравому смыслу, которое периодически наблюдается в биологии.

Австрийский ученый теперь — седеющий великан с лицом Юпитера Олимпийского (но Юпитера улыбающегося), окруженный плеядой пламенно преданных ему учеников, выступающих на страницах старого и прославленного журнала «Zeitschrift für Tierpsychologie» [1].

Несколько лет назад я встретился с Конрадом Лоренцом и не забыл впечатления, которое он произвел на

---

[1] «Журнал по вопросам психологии животных». *(Ред.)*

меня. Нет ничего более захватывающего, чем соображения о жизни животных, высказываемые им на безупречном французском языке. В них чувствуется тонкое, вплоть до мельчайших деталей, знание изучаемых животных. Излюбленными объектами его изучения являются дикие утки и гуси, которых он долгие годы наблюдал, питаясь и отдыхая в одни часы с ними.

Основной вопрос, поставленный сторонниками объективного познания, следующий: что в действительности делают животные в родной стихии, на лоне природы, когда экспериментатор наблюдает за ними без предвзятой идеи, причем животные и не подозревают о его присутствии? В этих условиях их поступки в высшей степени странны, и кабинетные ученые-психологи даже и не подозревали о существовании подобных типов поведения.

Все можно выразить одним словом, приняв, что поступки животных имеют характер *обряда*. Селезень не может совокупиться с самкой, не проделав перед спариванием целой церемонии, во время которой он показывает некоторые, особо окрашенные участки своего тела, например зеленую шею. Выражение «не может спариться» следует понимать буквально. Если, например, ощипать селезню шею, то он будет отвергнут всеми самками. Обряд спаривания часто очень сложен и с виду нелеп; самка, по выражению Келера, реагирует «как зубчатое колесо» на каждую фазу танца самца.

Это зачастую настоящий танец, что можно, например, видеть в некоторых фильмах Уолта Диснея о птицах. Во время танца удается заметить, что животные сверхчутки не к простым стимулам (свет, температура), как утверждали сторонники Леба, а к предметам (то есть к организованным и сложным комбинациям стимулов). Кроме всего, эти предметы они видят даже независимо от особых свойств их органов чувств, не так, как мы. Конкретная деталь поражает их сильнее: когда, например, дерутся две колюшки (см. знаменитое наблюдение Тинбергена), их особенно приводит в неистовство присутствие продолговатого тела, красного снизу (самец-соперник). Тот же эффект производит грубая подделка, слегка удлиненная, с красным низом. Но другой самец колюшки, поверх сверкающей брачной одежды которого положена серая краска, не вызывает со стороны соперников никакой агрессивной реакции. Указанные яркие

детали и являются возбудителями (releaser, auslöser). В наследственном фонде реакций животного запечатлена определенная схема (angeborene auslösende Schema), точный образ определенного предмета, на который животное должно реагировать. Это главным образом совокупность признаков другого пола, среди которых один часто является более важным. Однако вся совокупность признаков оказывает воздействие, как правило, скорее, чем отдельная деталь.

«Все свойства предмета,— говорит Лоренц,— в той или иной мере приносят *специальную энергию*». Понятно, что недостаточность одной характерной черты может быть возмещена возрастанием интенсивности другой, так что в конечном итоге ответная реакция будет вызвана точно таким же образом. «Организм,— как говорят Келер и фон-Гольст,— не какой-нибудь ленивый осел (a lazy ass), нуждающийся в палочных ударах стимулов, чтоб итти: это горячий конь, непрестанно стремящийся брать барьеры, но он этого не может сделать до тех пор, пока подходящий раздражитель, появившись в поле его ощущений, не откроет ему засов».

Вот концепция, против которой до сих пор яростно возражают закоренелые механицисты. Она заставляет признать, если перефразировать известную формулу, что нервная система выделяет деятельность, как печень выделяет желчь, а почки мочу. Так, в изучении поведения снова вводится понятие «самопроизвольности». Организм, по этой концепции, обладает quid proprium [1], которые не сводятся к простой комбинации стимулов и реакции на них. На горизонте появляется призрак витализма! Но я считаю тревоги механицистов необоснованными. Мне представляется, что с позиции последователей объективизма легко преодолевать и устаревшие теории виталистов, и возражения механицистов. А если эта позиция допускает некоторую самопроизвольность, то с тем, чтобы тут же добавить, что она может быть охарактеризована объективно и что ее не следует смешивать с неопределенными и устаревшими понятиями виталистов.

Когда организм длительное время лишен стимулов, запас его энергии тем не менее пополняется, уже по одному тому, что он живет, а жизнь есть действие. На

[1] Quid proprium (лат.) — какими-то свойствами. *(Ред.)*

определенном уровне достаточно самого слабого стимула, даже неподходящего, чтобы вызвать начало действия: это реакция впустую (Leerlaufreaktion). Иногда такое уже начавшееся действие грубо затормаживается (например, исчезновением партнера во время процедуры, которая предшествует копуляции). Тогда энергия, остановленная в своем течении, переливается в прилегающее русло и можно наблюдать нелепые поступки. Например, притворный захват пищи во время драки птиц соответствует замещающей деятельности (displacement reaction) такого типа.

Рассмотрим в свете этой теории несколько примеров в применении к насекомым. Но теперь мы уже обнаруживаем значительное изменение в отношении теории тропизмов. Сторонники объективизма видят *психофизиологическое* действие таким, каким оно и является на самом деле, и *не пытаются произвольно его упростить*.

Вселенная не есть хаос структур и хаос стимулов, на которые случайно реагирует организм. Среда *организована*, и животное избирает себе из нее определенные элементы. Имеет ли здесь место приспособление, как это утверждают финалисты? В некотором смысле да, и оно безупречно. Насекомое во всех деталях приготовлено к тому, чтобы соединиться со своим партнером по копуляции. Но приспособлены ли к условиям танцы, процедура заманивания, продолжающаяся часами? Не могло ли бы все это осуществляться проще? Правда, процедура заманивания весьма вероятно вызывает выделение гормонов, могущих содействовать совершению акта... Мы видим, как затемняется понятие о приспособлении. Быть может оно относится к пройденному этапу биологии? Может быть, оно представляет собой одну из проблем детского периода развития естествознания, от которого объективизм зовет нас на новые высоты?

Объективизм и факты. Танец бабочек (Eumenis) по Тинбергену. В этом разделе дается краткое изложение теории исключительно в применении к насекомым. Но не следует забывать, что подобное изложение вполне возможно и даже было бы более легким в применении к млекопитающим или к другим позвоночным, например птицам.

У очень распространенной дневной бабочки Eumenis semele наблюдается довольно характерный брачный та-

нец. В брачный период самец неподвижно сидит в листве, подстерегая пролетающих самок. Как только самка появляется, он снимается с места и начинает кружиться, охватывая свою партнершу все более сужающимися спиралями. Она, в конце концов, садится. Самец тотчас же к ней подлетает и очень медленно кружит вокруг. Он описывает полукруг, слегка выдвигая передние крылья каждый раз, как пролетает перед самкой. На этих крыльях имеются специальные пахучие железы, к которым самка, по-видимому, проявляет интерес. Она поднимает свои антенны к крыльям самца, прикасаясь к его чешуйкам и как бы «нюхая» их. После того она перестает двигаться, и копуляция может совершиться.

Тинберген и его ученики проанализировали первые фазы этого типа *брачного танца*. Сначала самца привлекает не только самка, но также и ложные приманки, даже очень грубые с точки зрения формы и цвета; достаточно, чтобы они были темной окраски и очень приблизительно соответствовали по размеру бабочке. Такие сложные, как у Eumenis, рисунки крыльев, по-видимому, не играют никакой роли, по крайней мере, в этой фазе процесса. Другие характерные черты более важны. *Неподвижные* приманки не производят никакого действия, а движение должно быть определенного типа: оно должно походить на полет самки, поднятие усиков к крыльям самца, покачивание. С другой стороны, выше мы уже говорили о темной окраске бабочек. Это значит, что светлые или белые приманки не привлекают самца.

Но здесь мы встречаемся с очень важным явлением — *замещаемостью раздражителей*. Светлая приманка, которой придано нужное движение, может оказаться более действенной, чем темная, не воспроизводящая его. То же можно сказать о светлой приманке, помещенной на близком расстоянии, в противоположность приманке, приведенной в действие слишком далеко от самца. Играют известную роль также размеры и форма приманки. *Но реакция рождается как неразрывное* целое: она совершается или не совершается, но в ней нельзя выделить часть, которая приходилась бы на долю каждого возбудителя. Реакцию рождает *воздействие в целом*, причем, разумеется, недостаточность одной из его сторон может быть возмещена, и даже с избытком, усилением какой-либо другой черты. Наконец, если показывать приманку много

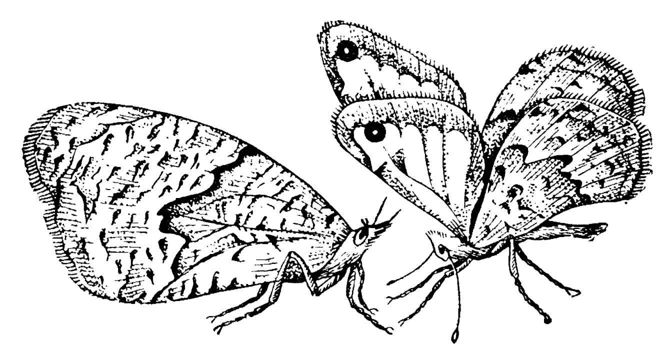


Рис. 9. Самец Eumenis приоткрывает перед самкой крылья, снабженные пахучими железами (по Тинбергену).

20 30 40 50%

50
40
30
20
10

20 30 40 50%

2 см 4 6 8

Рис. 10.

Слева: схема, характеризующая степень воздействия на Eumenis различных приманок (по Тинбергену). Привлекающая сила их возрастает с 40 до 50 процентов, в зависимости от интенсивности окраски приманки. Справа: схема характеризующая действенность различных круглых приманок; по оси ординат—частота ответов.

раз подряд, то реакции самца с каждым разом слабеют, в конце концов, затухают. Дело здесь, вероятно, не в усталости, потому что израсходованная энергия была слабой, а скорее, как утверждает Лоренц, в истощении специфической энергии, израсходованной (auspumpiert) повторением возбуждения.

Поведение термитов во время роения. Этот процесс был в совершенстве изучен Грассе. Поведение наших местных термитов (Reticulitermes, Calotermes) во время роения очень сложно. Известно, что термиты, скрываясь от света, живут в очень сложных ходах и камерах термитников. Это сооружение выгрызается в дереве и скрепляется экскрементами насекомых. Во время роения семьей овладевает сильнейшее возбуждение. Крылатые половые особи бегают взад и вперед, пока рабочие термиты пробуравливают для них отверстия, которые позволяют им выбраться на воздух.

Если погода подходящая, половые особи вылетают все вместе. Этот вылет обычно и называют роением. Вскоре половые особи падают на землю и тотчас же пробуют освободиться от крыльев, колотя ими о землю или просовывая ноги и конец брюшка поверх крыльев, чтобы открутить их и оторвать. Иногда они даже пытаются отделить их при помощи челюстей. Впрочем, крылья хрупки и легко отпадают. Чрезвычайно возбужденные, половые особи разбегаются во все стороны.

Встретив насекомое другого пола, они принимаются поглаживать друг другу головы щупальцами. Пара несколько раз прерывает и снова возобновляет свои прикосновения. Случается, что их прерывает самка, оставляя самца. Но если самка его не отвергает, то она описывает полукруг и возобновляет свой бесцельный бег, во время которого самец следует за ней, продолжая касаться антеннами кончика ее брюшка. Это и есть описываемые Грассе знаменитые «тандемы»[1], которые продолжаются часами и даже сутками. Во время своего бесцельного бега пара может не раз встретить на своем пути кусочки дерева или комочки влажной земли, вполне пригодные для устройства гнезда, но эти находки, по-видимому, не интересуют насекомых. Но наконец самец и самка почему-то

[1] Тандем — буквально двухместный велосипед, приводимый в движение самими ездоками. *(Ред.)*

останавливаются у куска дерева, по виду абсолютно сходного с другими, и начинают выгрызать в нем царскую камеру или копулярий, основу гнезда. Здесь парочка и будет копулировать и при этом долго вылизывать друг другу головы и отрывать конечные членики антенн, в изобилии снабженные внешнечувствительными органами.

Следует особо отметить *изменчивость* поведения термитов во время роения. Можно себе представить, например, что такие отдельные звенья поведения, как брачный полет, удаление крыльев, преследование самцом самки, выгрызание основы гнезда, копуляция, непременно должны следовать одно за другим. Но заранее отбирая зрелых в половом отношении особей и помещая их в искусственное гнездо, Грассе доказал, что размножение может прекраснейшим образом проходить и здесь. В скором времени крылья отпадают и начинается выгрызание камеры; все обходится без полета и без преследования.

С другой стороны, во время преследования самка может следовать за самцом, как и самец за самкой. Часто наблюдается изменение порядка: похоже, что преследование вызывается прикосновением к передней части головы и что оно исходит от термита (будь то самец или самка), находящегося впереди. К тому же наблюдаются и однополые тандемы.

Напомним, наконец, о разнообразии способов, при помощи которых термиты удаляют себе крылья. Исходя из этой изменчивости, Грассе сформулировал свое положение о *множественности раздражителей*: несколько раздражителей вызывает одну и ту же реакцию, так что один может возместить отсутствие или недостаточность другого. Это положение является, несомненно, основным, и сторонники объективного познания широко развили его. Нам еще много раз представится случай вернуться к этому вопросу.

Агрессивность у пчел. Один из моих учеников, Леконт, попытался применить теории сторонников объективной науки к изучению агрессивного поведения пчел. Все знают, что пчелы жалят, и все хранят об этом не одно болезненное воспоминание. Искусство пчеловода в том и заключается, чтобы научиться на собственном опыте различать случаи, когда пчелы опасны и когда нет оснований их бояться. Ведь вопреки утверждениям ошибочной, но живучей версии, пчелы не знают сво-

его хозяина, хозяин же знает, что делать, чтобы не раздражать пчел. Они, например, не выносят резких движений, запаха пота, крика, некоторых темных цветов; наконец их, так же, как и нас, нервирует приближение грозы.

Описываемые явления никогда не изучались научно. Этим-то и занялся Леконт. Он помещает в застекленные клеточки примерно полсотни рабочих пчел, которых в изобилии снабжает кормом и питьем. На неделю он оставляет их в термостате при 30 градусах, чтобы они успели привыкнуть к клеточке (ниже мы увидим, в чем состоит эта привычка). Затем в клеточку впускают чужую пчелу или даже рабочую пчелу из собственного улья, который они уже забыли.

Немедленно начинается атака, которая всегда проводится одним и тем же образом: нападающие выстраиваются перед непрошенной гостьей, начинают быстро вокруг нее кружиться, задевая ее антеннами, наконец, вскакивают ей на спину (причем крылья вибрируют с угрожающим гудением) и стараются ее ужалить.

Однако на мертвую или уснувшую пчелу рабочие пчелы никогда не нападают и вообще не обращают внимания. Стоит подвесить ее на ритмично раскачиваемую стальную проволоку, и нападение начинается и развивается с такой же яростью, как если бы противником была живая пчела. Нападение может быть вызвано и простыми приманками, причем вернее действуют темные, ворсистые (например, шерстинка) и подвижные. Здесь повторяется то же, что у Eumenis semele: слабо действующая светлая приманка, если энергично двигать ею, вызовет больше нападений, чем темная, медленно, почти незаметно движущаяся. Запах яда обладает особым свойством. Если одновременно выставить две приманки, из которых одна отравлена пчелиным ядом, а вторая нет, то пчелы не делают между ними никаких различий, одинаково атакуя обе.

Леконт сконструировал простой прибор, с помощью которого он направляет в клеточку струю воздуха, пропущенную через вытяжку из желез, вырабатывающих яд. Агрессивность нападения сразу же сильно возрастает. Следовательно, яд оказывает действие на общее возбуждение, не являясь дифференцированным возбудителем в собственном смысле слова. Это хорошо известно

пчеловодам, которые знают, что человек после того, как его несколько раз ужалит пчела, пахнет ядом; пчелы тогда приходят в такую ярость, что ужаленному остается лишь бежать от них.

Однако реакции совсем не так просты, и если мы приглядимся к происходящему вокруг несовершенной приманки, то сможем наблюдать новый интересный факт. Уже говорилось выше, что в атаке различается известное число фаз. Сначала рабочие пчелы поворачиваются к непрошенной гостье, идут на нее, следуют за ее движениями, вспрыгивают на нее и, наконец, жалят. Перечисленные действия всегда следуют одно за другим, всегда происходят в одном и том же порядке. Можно сказать, что *обряд* атаки состоит из ряда неизменно чередующихся действий. Вот это-то и есть одна из исходных точек теории сторонников объективной науки.

Действия животных в высшей степени единообразны. Это обряд копуляции, обряд битвы, обряд устройства гнезда и т. д. Каждый из них разложим на ряд этапов, расположенных в неизменной последовательности, и каждый из этих этапов, как зубчатое колесо, приводит в действие реакции партнера. Эти этапы могут исчезнуть, но не измениться. Если, например, приманка действительно очень уж несовершенна, рабочие пчелы ограничатся тем, что повернутся к ней; если она чуть-чуть более привлекательна, они сделают несколько шагов по направлению к ней; еще чуть получше — и они вскочат на нее, но не пройдет и нескольких секунд, как они ее оставят. Лишь безукоризненно сделанная приманка заставит пчел проделать весь цикл, вплоть до конечного этапа, когда они жалят противника.

Как и у Eumenis, постоянное качание приманки приводит к полному истощению реакций вследствие израсходования специфической энергии.

Но Леконт открыл одно еще более любопытное явление, встречающееся только у пчел. Переметив всех рабочих пчел в одной клеточке, он установил, что *на врага нападают всегда одни и те же пчелы*, другие же либо делают это редко, либо никогда не нападают. После удаления самых воинственных, коэффициент агрессивности мирных пчел оказывается значительно повышенным; воинственные же, которые были изъяты и помещены в клеточку, проявляют еще большую склонность к нападению.

Явление это очень близко к тому, что наблюдал Скьельдеруп Эббе на цыплятах: среди них очень четко проявляются различия «в общественном положении», измеряемые peck-order (количеством ударов клювом, полученных от высшего низшими). Так вот, если убрать цыплят-главарей, среди остальных происходит как бы продвижение низших в высшие разряды. При всех условиях было бы не очень умно злоупотреблять здесь аналогией. Поведение пчел кажется относящимся к явлениям иного порядка. Существует ли подлинная каста воинов, подобная тем, какие встречаются у муравьев и термитов, но совершенно в этом случае лишенная каких бы то ни было дифференцирующих ее морфологических особенностей? Или дело лишь в возрастных различиях? Или же мы имеем здесь частный случай индивидуальной разнокачественности, столь выраженной у общественных насекомых? Леконт ничего об этом не говорит, но последняя гипотеза заслуживает внимания.

Очевидно, бесчисленные полчища пчел, муравьев и термитов, представляющие на наш взгляд такую однородность внутри одной касты, в действительности совсем не таковы. Уже Шнейрла, дрессируя муравьев на бег в лабиринте, подметил у них существенные индивидуальные различия в способности к обучению. Чен, подсчитав количество «лопат» земли, отбрасываемой муравьями при рытье гнезда, свидетельствует, что среди них существуют, с одной стороны,— ленивые, а с другой — очень активные работники, причем присутствие последних как будто бы подстегивает лентяев. Никкель и Армбрустер, исследуя продолжительность жизни пчел, обнаружили, что некоторые особи могут прожить до года. И Леконт, в свою очередь, обращает наше внимание на дифференциацию поведения при отсутствии морфологических различий, — явление, которого никто не мог предположить у пчел. Все это еще раз доказывает, сколько вопросов в биологии общественных насекомых требует дальнейшей углубленной разработки.

Обратный порядок в действиях насекомых невозможен. Аммофилы Берендса. Автором одного из лучших основополагающих трудов сторонников объективизма является Берендс, наблюдавший за поведением аммофил. Какие неограниченные возможности открывает для науки кропотливое

наблюдение, с неистощимым терпением ведущееся долгие годы!

Полевая аммофила, как и вообще все аммофилы, парализует гусениц и складывает их в свою норку, где они будут служить пищей для личинки. Приемы ловли гусениц заслуживают того, чтобы на них остановиться. Все знают вышедшее из-под пера Фабра знаменитое описание осы, которая, ужалив один за другим три ганглия грудной полости (когда противником является перепончатокрылое насекомое, грабитель прямокрылых), парализует таким образом все три пары ножек и облегчает себе переноску добычи. Фабр восхищается хирургической точностью уколов, так как оса, не колеблясь, вонзает жало как раз именно в ту зону, которая расположена над нужным ганглием.

Значительно позже Рабо, ненавидевший Фабра, возобновляет наблюдения над аммофилой и обнаруживает нечто прямо противоположное тому, что когда-то открыл сариньянский отшельник. Аммофила сражается с саранчой и вонзает жало куда попало. Это подлинное избиение, и длится оно до тех пор, пока полумертвая, отравленная осиным ядом саранча, не перестает оказывать сопротивление. Все вульгарные механицисты 30-х годов возликовали, им не хватало язвительных слов для осмеяния Фабра.

Но проходит лет десять, и за изучение аммофилы берется Молитор, подошедший к этой проблеме без всякой предвзятости, не с механистических и не с идеалистических позиций. Вот что он установил: сначала все события идут так, как излагает Рабо. В жестокой схватке с саранчой оса жалит куда придется. Но как только противник устанет, в ход пускаются приемы, описанные Фабром. Аммофила, вплотную прижав брюшко к брюшку своей жертвы, старается лишить подвижности ее ножки, сжимая их своими. Как только ей это удается, она выгибает брюшко и с абсолютной точностью вонзает жало в три ганглия грудной полости. Таким образом, Рабо наблюдал начало процесса, а Фабр — его конец.

И у того, и у другого заранее сложилось свое, у каждого противоположное, предвзятое мнение, и это помешало им увидеть истинное положение вещей.

Как мы видим, изрекая истины, в особенности в состоянии полемического задора, следует быть чрезвычайно

осторожным, а главное — не забывать о роли, которую может сыграть в науке более или менее неосознанная философская предвзятость.

Но вернемся к работам Берендса. Самка аммофилы (A. campestris) вырывает земляную норку, парализует гусеницу, переносит ее в норку и откладывает на нее яйцо. Затем она вырывает вторую ямку и переносит в нее вторую гусеницу. А в это время личинка в первой норке уже вышла и принялась пожирать свою гусеницу. Мать опять направляется к ней с новым запасом пищи; затем она возвращается ко второй норке, приносит и в нее гусениц. В первую норку она в третий раз приносит еще 6—7 гусениц, затем запечатывает ее и больше к ней не возвращается. Так аммофила может одновременно обслуживать три норки.

Берендс заметил, что обход всех норок производится утром, до начала охоты. Именно это первое и единственное посещение определяет поведение аммофилы на весь день. Наблюдатель может произвольно изменять его, убирая гусениц или подкладывая их в норки до прихода матери. Но эти приемы действуют лишь до первого обхода, и аммофила как бы не замечает увеличения или уменьшения запаса гусениц, если оно производится днем. Это чрезвычайно интересный факт. Отсюда мы можем заключить, что существует какой-то срок для реакции, причем этот срок может доходить и до десяти часов, но вызвать реакцию можно лишь в строго определенное время суток. Мы встретимся с этим же явлением, изучая приобретенное в результате опытов поведение.

У аммофил можно наблюдать локализацию и других видов деятельности. Так, их поведение по отношению к гусеницам во многом зависит от того, какого рода инстинкт «активирован» в данный момент. Когда оса охотится, вид гусеницы вызывает нападение, гусеница парализуется. Но положим парализованную гусеницу у самой норки в тот момент, когда аммофила собирается ее вскрыть, чтобы пополнить запас пищи. Гусеница будет схвачена и доставлена в норку без какой бы то ни было предварительной обработки и без малейшей попытки парализовать ее.

Несколько позже, когда оса снова запечатывает норку, другая подложенная гусеница будет использована как строительный материал. Еще позже, в той фазе, когда

аммофила тщательно очищает и сглаживает места, где находится норка, гусеница будет отброшена как ненужный мусор.

Следовательно, один и тот же предмет может вызвать весьма различные ответные реакции, смотря по тому, в какой стадии находится охотник. А ведь сама по себе гусеница постоянно является источником одних и тех же зрительных, обонятельных и осязательных ощущений. Можно предположить, что в нервной системе нападающего бывают блокированы определенные участки и вследствие этого реакция направляется лишь по определенному пути.

Но насекомое не может изменить порядка своих действий,— и одни и те же движения должны совершаться лишь в одной и той же последовательности, как цепная реакция единого направления. Приспособление к среде и обучение могут проходить лишь в точно определенные периоды. Мало того, из всех многочисленных возбудителей, источником которых является данный предмет, оказывают действие лишь некоторые. Так что существует двойное ограничение: при восприятии (субъект избирает лишь некоторые стимулы) и при ответе (возможны лишь некоторые реакции). Так, аммофила на охоте обнаруживает добычу главным образом благодаря обонянию, но, когда у нее отбирают гусеницу, она находит ее уже с помощью зрительных восприятий.

Другой пример отбора возбудителей можно наблюдать у охотящегося гладыша.

Организм и отбор стимулов. Случай гладыша. Гладыша привлекают к добыче колебания и волны, вызываемые на поверхности воды падением в нее насекомого. Охотник, привлеченный колебаниями, пробегает расстояние до 20 сантиметров, но примерно за 5 сантиметров до добычи он полностью меняет поведение. Сильным взмахом гребущих ножек гладыш бросается на добычу: последний бросок бывает вызван лишь оптическим возбуждением. Берендс доказал это, вызывая колебания воды тоненькой проволочкой, которую насекомое почти не видит. Одновременно за стеклом аквариума выставлялся предмет более крупный. И вот на него-то и бросается гладыш, хотя до того он направлялся именно к самому центру колебаний. Но остается еще два обязательных этапа: введение хоботка и высасывание. Введение хоботка зависит от плотности вещества, и объект

предварительно обследуется ротовыми частями; кожаный шарик сразу отбрасывается, шерстяной же пробуравливается. Таким образом здесь действуют осязательные реакции. Но высасывание наступает лишь тогда, когда шерстяной шарик пропитан мясным соком (вкусовые возбудители). Следовательно, в данном конкретном случае представляется до известной степени возможным установить роль каждого вида возбудителей на отдельных этапах реакции.

Что является объектом для насекомого? Объективизм помогает нам ответить на этот исключительно важный вопрос, так как мы видим, что насекомое живет не в мире раздражителей, а в мире объектов.

Мы уже установили, какие признаки привлекают грабителя к добыче. В главе о покровительственной окраске и миметизме мы рассмотрим противоположный случай (как отвлечь внимание от добычи или как отвлечь внимание хищника). Уже говоря о чувственных восприятиях насекомого, мы без труда выделили, что именно интересует в цветках пчел и других посещающих цветки насекомых. И здесь фигурируют не простые стимулы, а более или менее сложные признаки, главным образом — центр фигур. А ведь именно центр и бывает у цветков очень часто оттенен окраской в виде пятен или полос. Пчела направляет хоботок к этим пятнам, а возле них чаще всего находятся нектарники. То же происходит и со шмелями. Для бабочек же стимулом, толкающим их на поиски пищи, зачастую является запах цветка. Но при выборе цветков для обследования решающими являются только зрительные факторы: контрастность или тип окраски.

Поистине поразительный случай представляют собой орхидеи. Известно, что эти растения не принадлежат к числу медоносов, а между тем в отношении оплодотворения они целиком и полностью зависят от насекомых. Пыльца их представляет собой клейкую массу, поллинии, и не может попасть в женский орган, если насекомое не доставит ее туда. И цветки многих орхидей похожи на насекомых, это сходство отражено и в их латинских названиях (Ophrys muscifera, apifera[1] и т. д.).

---

[1] Muscifera, apifera (лат). — то есть мушиная, пчелиная. *(Ред.)*

Для человеческого глаза сходство кажется совершенно поразительным. По всей видимости, так же воспринимают его и насекомые, копулирующие с цветками. Это не описка, речь идет именно о копуляции, разумеется, несовершенной, но достаточной для того, чтобы поллинии прилипли к брюшку самца, пытающегося копулировать. Действительно, именно самцы бывают привлечены цветками: так, Големан специально исследовал Lissopimpla semipunctata, который копулирует с цветком Cryptostylis leptochila. У других орхидей, как у Ophrys muscifera, верхний лепесток имеет форму длинных щупалец. Во время копуляции перепончатокрылые пропускают свои щупальцы между волокнами лепестка, совершенно так же, как они это делают, копулируя с самкой. При этом голова направлена к поллиниям, которые к ней прилипают. Верхний лепесток Ophrys fusca не имеет таких вытянутых частей, и брюшко перепончатокрылого — оплодотворителя оказывается обращенным к центру цветка; в этом случае поллинии прилипают к задним сегментам брюшка.

Самцы созревают гораздо раньше самок, и когда их стремление к копуляции достигает предела, они обращаются к орхидеям. Когда же созревают самки, самцы навсегда покидают цветки. Конечно, самки обладают гораздо более действенной привлекательностью. Едва ли нужно упоминать о том, что пора цветения орхидей совпадает с порой созревания самцов перепончатокрылых. Как объяснить это соприкосновение двух царств — животного и растительного, дающее такой поразительно согласованный результат?

П о ч к а я б л о н и и д о л г о н о с и к. Долгоносик Anthonomus cinctus откладывает осенью яйца внутрь цветочной почки грушевого дерева, чаще всего — предварительно проколов эту почку в нескольких местах, чтобы извлечь из нее питательные вещества. Яйцо откладывается в углубление, проделанное сквозь чешуйки почек, почти всегда в верхней их трети. Долгоносик откладывает яйца и в лабораторных условиях как на нормальной почке, так и на перевернутой; в последнем случае место углубления, куда откладываются яйца, не меняется, оно находится по-прежнему в верхней трети.

Если почка отделена и прикреплена булавкой к ветке так, что ее верхушка соприкасается со срезом на ветке,

то, хотя несколько углублений и будет просверлено, яйца отложены не будут. То же произойдет, если отделить дистальную[1] половину почки и заменить ее кусочком сердцевины бузины той же формы, или если только дистальная часть заменена сердцевиной бузины, или когда

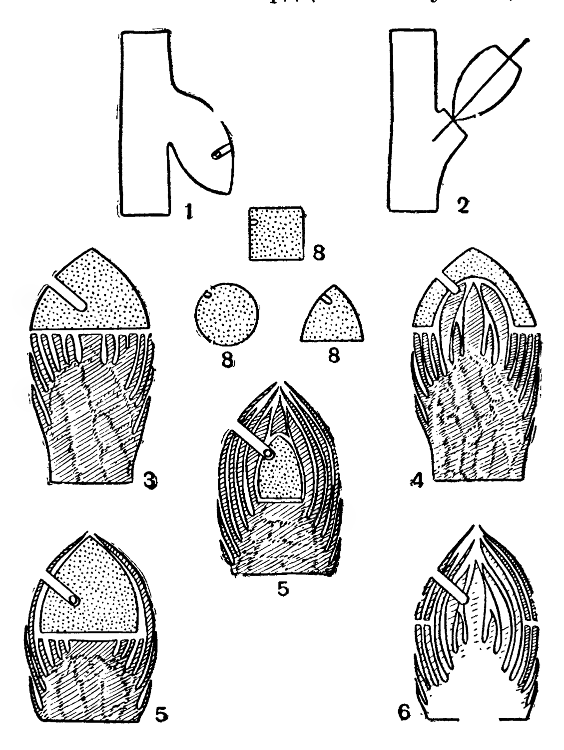


Рис. 11. Поведение грушевого долгоносика при откладке яиц (по Гризону и Шевалье):

1 — яйцо откладыватся в почку, расположенную вниз верхушкой. Откладка происходит и после замены внутренней части почки кусочком сердцевины бузины, даже если его покрывает только один слой чешуек *(5)*. Напротив, откладка яиц не происходит, когда далеко отстоящая от середины часть почки заменяется кусочком сердцевины бузины *(3)* или когда такой кусочек покрывает часть почки ближе к центру *(4)*, или когда наружные чешуйки почти заменены чешуйками яблони *(6)*. Но во всех этих случаях все-таки углубление для откладки яиц пробуравливается в кусочках сердцевины бузины конической формы. Здесь таких углублений много; в тех же, которые имеют форму куба или шара,— очень мало *(8)*.

---

[1] Дистальный — дальше отстоящий от срединной линии тела. *(Ред.)*

внутренние ткани почки яблони покрыты чешуйками груши. Но яйцекладка происходит, когда внутренняя часть почки заменена кусочком сердцевины бузины, прикрытым лишь несколькими чешуйками груши.

Куски бузинной сердцевины, не прикрытые чешуйками, получат множество поверхностных уколов, если придать им коническую форму, делающую их похожими на почки. Если же придать таким кусочкам форму куба

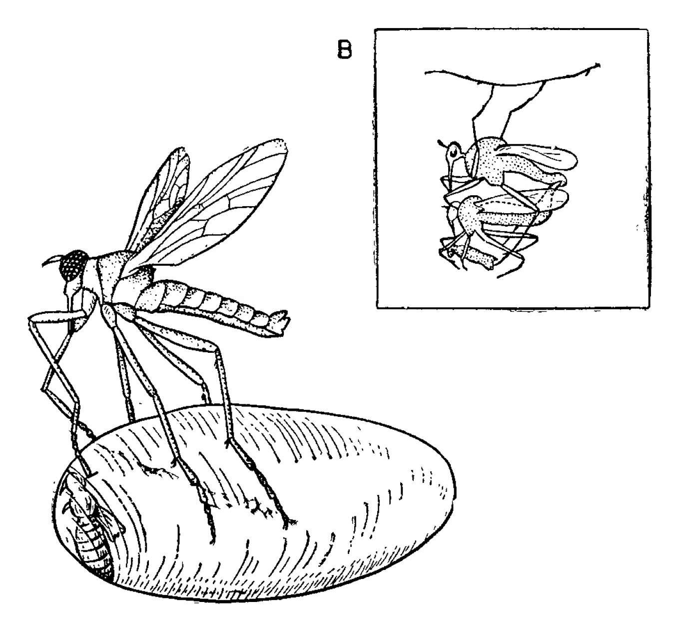


Рис. 12. Танец толкунчиков (по Редер).

А — толкунчик тащит подношение — шелковый шарик, в котором видна заключенная в нем добыча; *В* — копуляция.

или шара, уколов окажется очень мало. Можно, следовательно, различить следующие этапы в процессе откладывания яиц:

а) реакцию в виде того или иного положения тела, обусловленную конической или яйцевидной формой опоры;

б) непосредственно следующее за этим просверливание углубления для откладывания яйца;

в) откладывание яйца, вызываемое вкусовой реакцией, поеданием наружных чешуек почки.

Чрезвычайно интересно было бы продолжить эти исследования Гризона и Шевалье (1947). Бесспорно, можно со всей очевидностью доказать то классическое взаимовытеснение возбудителей, столько примеров которого мы уже видели.

Подарки толкунчиков Empididae. Возникновение символа. Хорошей концовкой к нашему, слишком краткому, обзору этих обрядов сексуального заманивания может послужить описание одного из самых очаровательных явлений, наблюдаемых в жизни насекомых: речь идет о свадебных подарках Empis. Empididae разных типов (очень распространенные виды маленьких двукрылых) подносят своим самкам перед копуляцией добычу, которую самка (иногда и самка и самец) пожирает или только ворочает в лапках, в то время как самец совершает копуляцию; у многих видов это подношение никогда не поедается. У некоторых видов оно бывает заключено в шелковый шарик, сотканный из выделений шелкоотделительных желез на лапках самца. Мы наблюдали даже подношения пустого шарика (или шарика, содержащего не настоящую добычу, а лепесток цветка).

Мне представляется, что в области изучения возбудителей мы стоим на пороге очень важного этапа: этот не имеющий реальной цены дар так похож на символ. Уместно ли вводить столь сложные понятия, когда речь идет о насекомых? Я склонен думать что да, хотя и не решаюсь еще категорически утверждать это.

Заметим все же, что этот свадебный подарок не представляет собой исключения в животном царстве. Птицы, например, морские ласточки, обычно преподносят самке перед спариванием рыбу. Самка, подержав рыбу в клюве, выпускает ее, как только самец выполнил свое назначение, а иногда даже до этого. Причем часто случается, что брошенную таким образом рыбу подбирает другой самец, который, очевидно, находит занятие рыбной ловлей слишком утомительным для себя. Он сейчас же подносит подобранную рыбу другой намеченной им самке. И толкунчики не прочь подобрать шарик, только что брошенный самцом, и опять применить его для тех же целей.

Движения насекомых; что дает тщательное наблюдение за ними. Сторон-

ники объективизма всегда были самыми точными и самыми тщательными наблюдателями. Для них малейшая перемена позы, самое незначительное движение исполнены смысла и заслуживают внимания. Один из ученых провел, например, тщательное изучение чесательных движений крупных млекопитающих,— они совершенно стереотипны и так же неизменны, как абсолютно и несомненно установленные морфологические признаки. И так же, как эти признаки, они дают материал для выводов, относящихся к теории эволюции.

Джекобс и его ученики в Мюнхене наблюдали движения насекомых и, в частности, движения прямокрылых. Техника распространенных движений, таких, например, которые проделываются при чистке антенн, типична для каждого вида.

У сверчка, у саранчи с длинными антеннами, у уховертки голова наклоняется, передняя ножка со стороны той антенны, которую нужно почистить, подымается, охватывает антенну и приводит ее в соприкосновение с ротовыми органами, которые чистят усик от основания до вершины, иногда — несколько раз подряд.

У саранчовых с короткими антеннами голова наклоняется, ножка пригибает антенну к земле, захватывая ее как можно ближе к основанию. Затем голова поднимается в то время, как ножка остается на месте, а антенна протягивается между лапкой и землей до тех пор, пока она не станет совсем чистой.

У Tetrix голова наклоняется и поднимается несколько раз до тех пор, пока на ротовых органах не выступят прозрачные выделения. Лапка сначала смазывается ими, а затем поглаживает антенну от начала до конца.

Странно, что уховертки и медведка — виды, обладающие сравнительно короткими антеннами, чистят их, протягивая антенны между челюстями, то есть прибегают к приемам, свойственным видам, которые обладают длинными антеннами. Джекобс объясняет это тем, что у предков этих насекомых были, должно быть, гораздо более длинные антенны и что приемы их чистки пережили морфологические изменения. Возможно, как показал Weih, и обратное явление, когда тип поведения может предшествовать соответствующему морфологическому оформлению. Так, движение ножки, соответствующее чистке антенн у взрослого насекомого, наблюдается уже у личинок саран-

човых, которые не могут выполнить самого действия, ибо антенны у них еще слишком коротки.

Так же стереотипны движения, проделываемые насекомым, положенным на спинку для того, чтобы перевернуться. Некоторые, например жужелицы, поворачиваются на бок, отталкиваясь задними и средними ножками противоположной стороны. Известны мертвоеды, которые отталкиваются средней ножкой; вертячки же пользуются только передней лапкой, другие, в частности Chrysomelidae, переворачиваются, используя в качестве точки опоры конец брюшка, в то время как Scharabeidae из рода Hoplia опираются на голову.

Другой вид Chrysomelidae (Plagiodera) упирается в землю головой и раскрытыми надкрыльями и с их помощью переворачивается и т. д.

Эти приемы переворачивания являются, повторяем, абсолютно установившимися, и никогда ни одно насекомое не станет возвращаться к нормальному положению иным, чем тот, который свойствен его виду, путем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы, как и Лоренц, и Тинберген, смотрим на животных по-новому и убеждаемся, что раньше ничего не знали об их деятельности.

Прежде чем мы начнем объяснять все условными рефлексами и тропизмами, постараемся установить, что именно *действительно нуждается в объяснении*. И тогда живой мир предстанет перед бесстрастным наблюдателем в совсем ином виде, нежели двадцать пять лет назад. Это *мир сигналов*, лишь часть которых выделяется определенным видом животных, создающим себе из них свою вселенную. Другие стороны мироздания остаются совершенно непознанными, или же им не придают никакого значения, но именно они-то и окажутся для другого вида наиболее существенными. Встреча с половым партнером или с добычей, постройка гнезда, охота и так далее — все происходит по *стереотипному ритуалу*, но животное движется не в мире факторов-раздражителей, как полагали Леб и его школа, а в мире объектов-возбудителей. Его способности к приспособлению и к обучению могут быть велики, но все же они проявляются лишь в точно определенные моменты, как бы в промежутки между ритуалами.

А не применимо ли это и к самому человеку? Именно так и думали сторонники объективизма. Некоторые из них, как, например, Келер, стали даже развивать некий антропоморфизм наизнанку: «Действительно,— возражают они классическим механицистам,—вы выводите происхождение человека, имея в виду его тело, из эволюции животного мира, но хотите полностью оторвать его от этого мира, когда речь заходит о его психике. Вы не разрешаете себе думать, что животное (по крайней мере, высшее позвоночное) обладает чувствами, сходными с нашими, и испытывает перед лицом мироздания некоторые человеческие «аффекты». Нелегко защищать такие позиции!»

Примерно таково и мое мнение! К тому же, хотя то, что я собираюсь сказать, и выходит за рамки этой работы, необходимо отметить, что изучение приманок, вызывающих улыбку младенца, исследование признаков, по которым он распознает близких — одним словом — использование *совершенно тех же* приемов исследования, которые до сих пор применялись только для опытов с животными,—все это дало исключительно многообещающие результаты. Что касается мира, который каждый вид строит по-своему, игнорируя все остальное,— это концепция высокой философской значимости, ибо точно так же поступает и человек!

Глава четвертая

ВОЗМОЖНО ЛИ ОБУЧЕНИЕ НАСЕКОМОГО

Вопрос может показаться странным, но если бы можно было ответить на него утвердительно, перед нами открылась бы совершенно новая область. Мы уже знаем, что в своей повседневной жизни (например, при возвращении в гнездо) насекомое способно запомнить множество мелких подробностей главным образом топографического характера, которые помогают ему находить обратный путь к гнезду. Но речь идет о большем: в какой степени сигналы, поступающие из внешнего мира, могут, исходя из потребностей организма или предстоящей задачи, изменяться или перегруппировываться.

Чтобы понять всю важность вопроса, необходимо совершить экскурс в область, с виду весьма далекую, а именно в область психологии белой крысы. Американские ученые проявили к этому животному особую благосклонность, и вот уже более трех десятков лет они заставляют его проходить по все усложняющимся лабиринтам, меняя темп прохождений и время отдыха между ними, сообщая подопытному зверьку электрические толчки в строго определенные участки тела, и т. д. Поистине монументальный список литературы по этому вопросу насчитывает тысячи названий. Работ так много, что нет человека, который прочел бы все. При таком положении позволительно думать, что механизм исследования дает некоторые перебои и что неизбежные обобщения не были вовремя сделаны. Как бы то ни было, техника лабиринта, или, скорее, дрессировки вообще, представляется бесконечно плодотворной и позволяет делать интересные выводы относительно

памяти крысы, ее сообразительности, способности реагировать и т. д.

Так, например, крысы обучаются лучше, если предоставить им больше времени для отдыха между прохождениями лабиринта (обучение «*растянутое*» в противоположность обучению «*сосредоточенному*»). То же, к слову, наблюдается у человека при заучивании ряда не имеющих значения слогов. Следовательно, варьируя время отдыха и ведя счет ошибок, совершаемых в лабиринте, можно все лучше и лучше познавать законы запоминания. С другой стороны, сделаем так, чтобы крыса в то время, как она мирно проходит по лабиринту, услышала, например, резкий свисток. Ее возбуждение сразу же скажется на подъеме кривой ошибок, которая будет очень медленно опускаться до уровня кривой ошибок, совершаемых контрольными животными. Кривая отразит возбудимость крысы. И так как мы получаем в ней критерий оценки, то очень заманчиво попробовать давать свисток в начале или в конце обучения, варьировать интенсивность свистка, давать несколько свистков подряд и т. д.

Техника лабиринта помогла продвинуться в еще неразведанные области физиологического изучения возбудимости. Наконец, в тот момент, когда обучение уже очень продвинулось вперед, изменим условия задачи, то есть изменим в одном пункте установки порядок и расположение тупиков. Крыса должна будет реорганизовать весь свой прошлый опыт. При этом мы станем свидетелями ее «гипотез» или попыток преодолеть новую трудность. Но разве эта реорганизация прошлого опыта для приведения его в соответствие с настоящим не является одной из важнейших функций «ума», как бы ни был неудачен этот термин? Или, быть может, реорганизация поведения оказывается легче в лабиринте? В какой же именно момент обучения? Нельзя ли так осложнить задачу, чтобы только некоторые особи могли ее преодолеть,— тогда мы получили бы возможность отобрать самых «умных».

Одним словом, лабиринт— это настоящий микроскоп, в который можно наблюдать целый мир явлений, стоит лишь навести его на интересующую вас область.

И если бы мы, вместо того, чтобы ограничить свои опыты белой крысой, как это сделали, утратив чувство меры, американцы, провели с помощью той же техники сравнение между различными видами и отрядами животных,

то, очевидно, мы смогли бы поставить сравнительную психологию на широкое и прочное основание. Это-то именно и пытались сделать в отношении насекомых некоторые ученые. Конечно, их результаты еще недостаточны, чтобы сделать развернутые выводы, но все же начинают вырисовываться многие весьма интересные пути.

Период обучения у низших насекомых. Прусак. Уже много лет назад я живо заинтересовался методом лабиринта, который пленил меня своим изяществом и простотой. Как энтомолог я хотел применить этот метод к излюбленному предмету своих исследований — к насекомым. Но к какому же именно виду? Это одна из самых трудных задач: намечая план исследований, выбрать объект и конкретизировать условия. Тем более что до этого только Шнейрла (на муравьях) и Брехер (на восточном таракане) изучили период обучения у насекомых. В то время я с совсем другой целью разводил в больших количествах мелких прусаков (Blattella germanica) — вид, который благодаря своей выносливости быстро размножается и легко разводится. Это ничуть не менее совершенный объект для лабораторных опытов, чем плодовая мушка дрозофила. Я быстро составил элементы лабиринта из гнутых и окрашенных в белый цвет листов цинка, освещенных мощной лампой, и поместил все в комнате, в которой поддерживалась температура не ниже 25 градусов. В конце лабиринта находилась «награда», то есть трубка из покрытого черной краской стекла, в которой жил обычно таракан и где он мог укрыться от яркого света.

Поместив подопытного таракана у входа в лабиринт, я с бьющимся сердцем стал ждать дальнейших событий.

Увы! и через три месяца после этого, как я довел число опытов уже до 3000, все-таки не произошло ничего интересного! Но зато я начинал понимать причину этого: прусак — необыкновенно живуч и отличается в высшей степени легкой возбудимостью. Малейшая ошибка в обращении с ним со стороны экспериментатора влечет за собой безумно дикие реакции: таракан неистово бросается на лабиринт, в окружающую лабиринт воду (чтобы предотвратить бегство), несмотря на то, что вода ледяная. После трех-четырех таких бросков он выбивается из сил. Остается лишь предоставить ему отдых в течение суток в его привычном убежище. Тип лабиринта тоже был

несовершенен. Сначала я применил тип с галереями, в которых насекомое было закрыто, но оно ползало по дну так же, как по стенкам, и отмечать точно его поведение становилось все труднее.

Наконец, как только таракан находил малейшую щелочку в установке, он просовывал в нее свои антенны и делал отчаянные усилия, чтобы протиснуть в нее все свое тело. Во время последующих опытов оказалось, что он прекрасно заметил, где находится щель, так как возобновлял свои попытки. Таким образом, очень скоро он оказывался как бы «заинтересованным» щелью и какая бы то ни была дрессировка становилась невозможной. Иногда я применял простую площадку без бортов, возвышающуюся на несколько миллиметров над поверхностью воды — elevated maze, как называют ее американцы. Основные неудобства были этим устранены. И все же прошло еще пять месяцев ежедневной дрессировки длительностью по 2 с половиной часа каждая, и настал день, когда я зарегистрировал 10 000-й опыт. Мне казалось, однако, что труды мои не пропали даром и что насекомое, относящееся как будто к числу низших, действительно, как я и надеялся, проявило скрытую сложность своего поведения.

Условия обучения. Избранные мною условия испытания заключались в десяти последовательных прохождениях, отделенных одно от другого трехминутной передышкой в привычном убежище. После этого насекомое отдыхало в том же убежище в течение получаса и снова проделывало еще десять прохождений. Я подсчитывал соотношение количества ошибок в первой и во второй серии. Иногда, когда условия дрессировки бывали несовершенны, разница оказывалась настолько незначительной, что приходилось прибегать к статистическим приемам, чтобы определить ее величину.

Таракан не оставлял пахучего следа в лабиринте, так что промывание поверхности установки водой, спиртом и эфиром нисколько не нарушало процесса дрессировки. В то же время перемещение элементов лабиринта после каждого пробега делало дрессировку невозможной, из чего следует, что узнавание пути складывается на основе запоминаний мельчайших отличий в строении этих элементов, в способе их соединения и т. д., а также, несомненно, зависит от осязательных возбудителей. Если, например, обменять местами первый и четвертый элементы, насеко-

мое никак не сможет установить осязательных вех. Этот вывод подтвержден также опытом, поставленным одним из моих учеников, Юлло, который на время второй серии прохождений покрыл весь лабиринт листом целлофана. В этих условиях число ошибок не уменьшается и не остается осязаемых признаков обучения.

Но все самые значительные возбудители исходят от убежища: чтобы побудить насекомое «изучить» свой лабиринт, недостаточно дать ему покрытую черной краской пробирку, где оно может укрыться от света. Нужно еще, чтобы от этого убежища исходил привычный запах (кстати сказать, доступный и обонянию человека), иначе таракан откажется туда проникнуть, и от обучения ничего не останется. То же произойдет, если вымыть убежище эфиром и спиртом,— доказательство того, что в основе запаха лежит жировое растворимое вещество. Что же касается значения разных органов при прохождении через лабиринт, то, очевидно, первостепенную роль играют антенны. Если их отсечь, обучения не наблюдается, или, точнее, в поведении насекомого наступают такие расстройства, что никакого вывода сделать уже нельзя. Я установил также довольно любопытный и в данный момент не поддающийся истолкованию факт: если окружить лабиринт абсолютно изотропным[1] барьером во время первой серии прохождений и если затем повернуть лабиринт на 180 градусов во время второй их серии, то это вносит сильное расстройство, хотя в окружении ничто не изменилось, и окажись на месте таракана человек, вся обстановка показалась бы ему прежней.

Т а р а к а н и б е л а я к р ы с а. Уже в конце этих предварительных опытов возможно стало сравнить таракана с белой крысой. Конечно, большие различия в их поведении видны с первого взгляда. Так, крыса как будто бы располагает общими «методами» решения задачи лабиринта и умеет применять их к различным видам установок путем «перенесения». Таракан, гораздо более косный и примитивный в своем поведении, наоборот, целиком зависит от формы лабиринта, которая неизбежно вызывает у него одни и те же ошибки. Он, по всей вероятности, является рабом каких-то основных тенденций.

[1] Обладающим одинаковыми по всем направлениям физическими свойствами. *(Ред.)*

Мотивы поведения таракана и крысы также различны. Голод, жажда или потребность в сексуальном партнере, не могущие побудить к обучению таракана, вполне успешно воздействуют в этом отношении на крысу. Ничего удивительного в этих различиях нет; гораздо удивительнее в поведении черты сходства, столь многочисленные и четкие, что трудно считать их плодом случая.

Например, промывка лабиринта или исключение зрительных восприятий очень мало влияют на ход обучения как у таракана, так и у белой крысы. Но перестановка элементов лабиринта при каждом его прохождении, заставляющая их руководствоваться только общими чувственными впечатлениями, приводит у обоих к весьма явным нарушениям в поведении. Наклон плоскости лабиринта в одну сторону воспринимается крысой, как и тараканом, и ход обучения вследствие этого изменяется. В поведении таракана, вплоть до специфического нарушения, вызываемого поворотом лабиринта на 180 градусов, нет ничего, чему не было бы аналогии у крысы. Вскоре мы увидим, на какие размышления могут навести такие любопытные аналогии, еще несколько примеров которых будет приведено ниже.

Чтобы продолжать эти опыты, понадобилось составить небольшую бригаду ученых, согласившихся по нескольку часов в день сидеть взаперти в темной комнате и снова и снова неутомимо возвращать таракана все к той же точке отправления. Мне удалось, не без труда, собрать такую группу исследователей, и мы уже провели несколько сот тысяч опытов, результаты которых вносят много изменений и дополнений в мои первоначальные выводы.

Прежде всего дрессировка сильно улучшилась только из-за того, что лампу поставили непосредственно над убежищем. При этом возникает ассоциация «лампа—убежище», которая очень облегчает насекомому узнавание пути по приметам и значительно улучшает результаты испытания. Этим приемом мы обязаны Густару, который вместе с Ле Биго, связав отдельные ступени обучения с электрическим толчком, настолько углубил исследование, что выявил новые черты сходства таракана с белой крысой. Действительно, можно ускорить устранение ошибок крысы, сообщая ей электрический толчок перед каждым тупиком, в который не следует входить. Но любопытно, что толчок может быть получен и где-нибудь поблизости от исходной точки, а в

обучении наступает точно такое же улучшение. Ле Биго доказал наличие совершенно аналогичного явления у таракана.

И последнее относительно сосредоточенного и растянутого обучения, о котором только что упоминалось. В опытах с тараканом получены очень интересные результаты, которые снова приводят нас к тому, что установлено на белой крысе: удлинение отдыха между прохождениями лабиринта может намного улучшить результаты испытаний. Это верно для таракана, для крысы и даже для человека.

Но аналогия может быть продолжена дальше. Два американских исследователя — Минами и Далленбах — работали до нас над обучением Blatella.

Видимо, в период между обучением и переобучением в нервной системе происходит нечто чрезвычайно значительное, и это «нечто» и обусловливает задержку. Нарушить этот порядок можно, введя период вынужденной деятельности перед самым переобучением (конец периода отдыха), или сразу после обучения (начало периода отдыха), или же, наконец, в середине этого периода. У Blatella максимальное нарушение вызывается вынужденной деятельностью сразу после обучения, в начале периода отдыха. В середине или в конце этого периода влияние на задержку менее выражено. И оказывается (поистине странное явление!)— это абсолютно одинаково происходит и у крысы, и у человека!

Является ли обучение законом? Конечно, нельзя не поражаться, видя, как много черт сходства существует между животными, так далеко друг от друга стоящими по высоте организации. Можно, конечно, заранее сказать, что основные отличительные признаки периода обучения одинаковы для них, несмотря на сотни тысячелетий, разделяющих их с филогенетической точки зрения. Вполне логично, значит, выбирая объект для исследования основных черт обучения, остановиться на каком угодно материале: таракане, крысе или человеке. Очевидно, способность к обучению — одна из неотъемлемых черт живой материи (немецкие ученые даже полагали, быть может, ошибочно, что открыли эту способность у одноклеточных).

Но, оправившись от первого удивления, начинаешь склоняться к тому, что это совершенно естественно. Жизнь

на земле была бы невозможна, если бы живые существа не были вооружены раздражимостью, несколькими, хотя бы грубо приспособленными, тропизмами и способностью находить и выбирать пищу. Точно так же и продолжение жизни было бы невозможно, если бы не было системы, которая, как бы ни была она примитивна, все же способна воспринимать опыт и учитывать его в дальнейшем. Но, чтобы успокоить нахмурившихся механицистов, скажу, что сознание не представляется мне обязательной составной частью этого процесса.

Явления высшего порядка; скрытый период обучения; мгновенное прозрение. Одно очень интересное явление, тщательно изученное Толменом и его учениками, вызвало недавно ожесточенные споры в ученом мире. Дело в том, что это явление может привести к чрезвычайно важным выводам. Речь идет о скрытом периоде обучения.

Если предоставить белую крысу в лабиринте самой себе, не подвергая ее никаким раздражениям, она как бы случайно, беспорядочно бродит по дорожке, по тупикам, а затем возвращается. А в это время контрольные крысы обучаются в совершенно таких же лабиринтах, после чего их ставят опять на дорожку, выдав им предварительно награду. Через некоторое время возьмем нашу праздношатающуюся крысу и заставим ее пройти обучение так же, как ее «контрольные» товарищи, в том же темпе и с теми же наградами. Мы будем с удивлением наблюдать, как быстро идет вниз кривая ее ошибок, как быстро она догоняет и перегоняет своих товарищей. Десять лет длится спор о скрытом периоде обучения, и теперь, когда реальность фактов окончательно установлена, становится неизбежным вывод, решающий по своему значению. В мозгу крысы, которая, казалось, разгуливала без всякой цели, запечатлевалась *«карта познания»* всего лабиринта («cognitive map», по выражению Толмена). Почти невозможно обойтись без слова «познание», ибо речь идет о знании, полученном без какого-то ни было воздействия извне, без сколько-нибудь четкой связи между возбудителем (какой же здесь возбудитель?) и реакцией (какая же здесь реакция?). Сохраняя все пропорции, невозможно уклониться от аналогии с тем, что происходит с первобытным человеком, привыкшим регистрировать все топографические детали территории, через которую он проходит, даже если он

не собирается проходить здесь еще раз и не имеет ни охотничьих, ни военных замыслов.

Я еще раз подчеркиваю все значение резкого поворота, который проделывает психология как наука, вновь признавая понятие «*познания*» для животных после теории «катарсиса»[1], хотя и сыгравшей полезную роль, но просуществовавшей слишком долго, на протяжении нескольких поколений ученых; ведь очень многие ученые были приучены отвергать всякое другое объяснение, кроме условного рефлекса или понятий, близких к нему. Изменить мнение — значит признаться в своем невежестве. Это значит также подняться в объяснении мира на новую ступень, на которой те понятия, с помощью которых мы до нее добрались, становятся устаревшими.

Во всяком случае, я был совершенно ошеломлен, услышав по телефону от одного из моих учеников — это был Веррон,— что он только что наблюдал во время обучения Blatella различные явления, относящиеся, по всей вероятности, к скрытому периоду обучения. Вы помните, что стандартная дрессировка состоит из двух серий по 10 пробегов в каждой и из получасового отдыха между сериями. А Веррон дал подопытным Blatella побыть на лабиринте около четверти часа до того, как началась дрессировка. И вот, сразу же число ошибок, сделанных ими, снизилось до уровня, типичного для второй серии, как будто бы запоминание уже совершилось. То же происходило, если насекомое оставляли перед началом обучения не на самом лабиринте, а на стеклянной пластинке, целиком его покрывающей. Но всякое «скрытое» обучение оказывается невозможным, если под стекло подсовывают лист серой бумаги, делающий лабиринт невидимым для насекомого. Кажется, действительно, мы имеем дело с latent learning[2], как назвал это явление Толмен, и можно предположить, что зрительные возбудители, исходящие от лабиринта, стоят здесь на первом месте.

Понятно, приписывание насекомому познавательной функции кажется чем-то из ряда вон выходящим. Но, по размышлении, все это может представиться само собой разумеющимся. Пойдем по тому же пути, по какому мы шли, когда речь шла об обучении: какое животное выжило бы,

---

[1] Катарсис — очищение; переживания, якобы «очищающие душу». *(Ред.)*

[2] Latent learning (англ).— скрытое обучение. *(Ред.)*

если бы оно не могло беспрепятственно проходить через участки, которые должно посещать?

Даже если насекомое вышло не на поиски пищи или сексуального партнера, запоминание всех топографических деталей все-таки представляет для него несомненную жизненную необходимость, хотя бы для того, чтобы уйти в случае неожиданного появления врага. Неужели же животные, хотя бы и самые низшие, должны выключать действие всех своих воспринимающих органов и всех своих запоминающих регистраторов, как только их не подталкивает настоятельная необходимость? Это было бы непостижимо, и опыт повседневной жизни, как и опыт науки, показывает, что это не так.

Мгновенное прозрение. На насекомых можно наблюдать и другое явление. Речь идет об insight[1] или внезапном понимании, которое возникает при переходе от одного опыта к другому и выражается в резком падении числа ошибок или в прекращении блужданий вслепую. Ярко выраженный пример такого insight'а мы встречаем у шимпанзе, имеющих в своем распоряжении лишь разобранное на отдельные части удилище и стремящихся с его помощью достать банан, находящийся за пределами клетки. После нескольких коротких, беспорядочных попыток наиболее одаренные из подопытных шимпанзе усаживаются в уголок, не сводя глаз с частей удилища: они как будто обдумывают положение. И вдруг, схватывая без малейшего колебания отдельные отрезки, они скрепляют их и достают банан; задача была *понята*.

Не существует ли и у насекомых подобного insight'а. Торпе полагает, что существует, и я согласен с ним в очень многом. Разве нельзя назвать insight'ом необыкновенные явления, о которых мы сейчас подробно расскажем, встреченные нами у пчелы, способной запомнить после нескольких *секунд* наблюдения точное расположение своего улья относительно окружающего ландшафта? Кажется, для этого есть все основания. Причем с подобными же явлениями Торпе встречается и у аммофилы (A. pubescens). Это насекомое представляется нам прекрасно изучившим ландшафт вокруг своих гнезд, которые оно систематически, ритмично снабжает пищей. Оно мгновенно огибает широкие щиты, поставленные на его пути. И в этом случае

[1] Англ.— проницательность, способность прозрения. *(Ред.)*

обучение, притом абсолютно непогрешимое, совершается молниеносно — быстро.

Обучение у высших насекомых. Пчелы и муравьи. Лабиринт как будто специально создан для этих насекомых, особенно для муравьев, живущих в гнездах с очень извилистыми галереями. Вслед за Кальмусом многие ученые дрессировали пчелу-сборщицу на сбор меда из чашечки, стоящей в глубине лабиринта, сквозь который она должна пройти в обратном направлении, чтобы попасть к выходу.

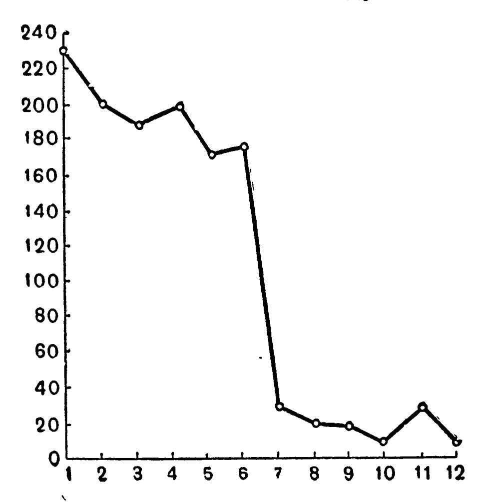


Рис. 13. Кривая insight'a (по Пьерону).
Обратить внимание на резкое падение числа ошибок (ось ординат) после опыта № 7 (ось абсцисс).

Вейс применяет галерею со стенками двух цветов, заставляющими пчелу продвигаться по сложному и изменчивому пути. Например, все желтые стенки находятся слева, а синие — справа. Если сразу после того, как пчела доберется до чашечки, повернуть лабиринт так, чтобы на обратном пути насекомое встречало справа желтые стенки, а слева — синие, блуждания и колебания будут очень длительными.

Можно также заменить все окрашенные стенки прозрачными стеклянными пластинками, а на полу лабиринта прочертить зигзагообразную линию, в которой будут

чередоваться желтые и синие отрезки. Пчела очень быстро привыкает двигаться по зигзагам, даже после того, как снимаются стекла, вынуждающие ее к этому движению. Но если в этот момент отрезки, направленные влево, оказываются окрашенными так же, как те, что идут вправо, и наоборот, пчела сначала долго колеблется, а потом бежит по прямой линии к чашечке, не обращая внимания на зигзагообразную черту. Но она будет неуклонно двигаться по отражению этой черты при условии, чтобы те же цвета, что и при первом сеансе дрессировки, вели вправо и влево. Ориентировка по цвету представляется, таким образом, очень точной и уничтожает для подопытных насекомых значение других внешних примет.

Иначе обстоит дело в лабиринте, покрытом одной краской. Тем не менее пчелы «изучают» его так же хорошо. Ни поворот лабиринта на 180 или 90 градусов, ни перемещение всей установки, ни замена стенок новыми не вносят никаких нарушений. Все это доказывает, хотя и не полностью, что общечувственные впечатления могут быть решающими и обусловливать ориентировку в тех случаях, когда окружающая обстановка меняется настолько, что уже невозможным становится находить по ней направление. Но в лабиринте с окрашенными стенками достаточно изменить окраску одной из них, чтобы вызвать заметное нарушение. Дело в том, что ориентировка по цвету предпочтительнее, и вследствие этого она оказывает гораздо большее воздействие. Все эти факты трудно обобщить. Как и в случае с тараканом, влияние ориентировки по пахучему следу можно исключить, каждый раз меняя лист бумаги, выстилающей дно лабиринта, причем это не вызывает никаких нарушений. Очевидно, что пчела имеет в своем распоряжении несколько способов ориентировки. Она, по-видимому, может регистрировать все данные, которые могут помочь ей найти нужное направление, но в одно и то же время в зависимости от обстоятельств использует лишь те или иные из этих данных.

Такой же точно вывод в результате подобных же опытов был сделан в отношении белой крысы. Даже таракан может, в зависимости от обстоятельств, использовать самые различные группы возбудителей. Об этом говорит тот факт, что Леконту удалось удовлетворительно провести обучение таракана почти в полной темноте, когда могут действовать лишь факторы обонятельные и осязатель-

ные и когда не может быть и речи об ассоциации, связывающей источник света и убежище.

Шнейрла дрессировал муравьев на прохождение лабиринта туда (от гнезда к пище) и обратно (от пищи к гнезду). Его работы, к сожалению, трудные для изложения, показывают, какое значение имеет для муравья четко выраженная обусловленность. В самом деле, если подложить вместо пищи несколько личинок, принадлежащих к собственной колонии подопытного муравья, он будет спешить изо всех сил отнести их обратно в гнездо. При этом его успехи в области освоения лабиринта заметно возрастут, а ошибки будут устраняться значительно быстрее.

Я сам несколько лет назад провел подобные опыты на крошечном муравье из рода Leptothorax, и у меня получились те же результаты, что и у Шнейрла. Муравей должен был укрыться на одном из концов лабиринта в темное убежище, но он соглашался сделать это лишь в том случае, если оно находилось в «пахучей» зоне его собственной колонии. На практике убежище отделялось от муравейника пластинкой, покрытой мельчайшими отверстиями.

Думаю, что из всех этих опытов следует сделать такие же выводы, как те, что вытекают из других разделов этой книги. Насекомое — лишь частный случай животного мира, но какой привлекательный случай! И с минимальными затратами мы можем получить на насекомых те основные результаты, относящиеся к психологии обучения, которые получены американцами на белой крысе. Это будет проверено, быть может, в довольно неожиданной области.

В настоящее время заокеанские исследователи проявляют большой интерес к приступам конвульсий, вызываемым у крыс внезапными громкими звуками или повторными электрическими толчками, возникающими совершенно беспорядочно в разных точках лабиринта. Экспериментаторам удается вызвать таким образом настоящие нервные заболевания, которые они пытаются затем лечить. Огромное значение этих исследований понятно. А ведь у таракана также наблюдаются конвульсии, когда ему сообщают ряд более или менее резких электрических толчков, после чего в его поведении наступают значительные нарушения.

Кто знает, не сможем ли мы в ближайшем будущем продолжить исследования американцев на нашем излюбленном насекомом?

Глава пятая

НАСЕКОМЫЕ УЗНАЮТ ДОРОГУ К СВОЕМУ ОБИТАЛИЩУ И К КОРМУ

По поводу опытов с обучением, описанных в предыдущей главе, можно сделать один упрек: искусственные условия, в которых они проводятся, быть может, искажают возможности поведения данного вида насекомых. Это возражение сторонников Лоренца и Тинбергена, и, действительно, приходится согласиться с ними в том, что иногда насекомое, наблюдаемое в естественных условиях, дает повод для другого представления о его способностях. Обычно, когда речь идет о чем-то жизненно важном для насекомого, оно оказывается способным с ошеломляющей быстротой изучить все пространственные и другие данные, которые ему понадобится использовать через какое-нибудь мгновение. Самые поразительные примеры этого мы встретим, наблюдая за поисками корма и возвращением к гнезду.

Пчела и улей. Та удивительная точность, с какой пчелы возвращаются в ульи, с очень давних пор вызывала восхищение наблюдателей. Достаточно передвинуть улей на 10—20 сантиметров, чтобы вызвать заметное смятение. Сборщицы собираются точно на месте, где прежде стоял улей, а между тем он находится всего в нескольких шагах. Они его бесспорно видят, но он их не интересует. Зачастую проходит полчаса, пока одна из заблудившихся сборщиц как бы случайно сядет на улей и начнет «бить сбор». Этот очень типичный прием состоит в приподымании кончика брюшка и выпячивании особой железы, называемой железой Насонова, при этом пчела усиленно работает крыльями. Заблудившиеся рабочие пчелы сейчас же

присоединяются к своей подруге, и порядок восстанавливается. Этот опыт можно повторить хоть сто раз — результат будет все тот же. Чрезмерно точная ориентация пчел даже неудобна для пчеловодов, которые могут перемещать ульи только на большие расстояния. В противном случае все сборщицы соберутся на том месте, где прежде находилась их семья, и погибнут. Если нужно внести изменения в расположение ульев на пчельнике, приходится делать это постепенно, перемещая каждый улей не больше чем на полметра в день.

Конечно, исследователи часто задавали себе вопрос, какие приметы обеспечивают столь точную ориентировку. Нетрудно установить, что улей сам по себе играет здесь лишь второстепенную роль, так как пчелы не замечают его даже на очень близком расстоянии. Больше того, стоит повернуть улей на 180 градусов, и пчелы будут слетаться к тому месту, где раньше находился леток. Немало минут проведут они в метании, в беготне по стенке улья, пока некоторым из них не посчастливится обогнуть его и обнаружить вход. Следовательно, запах улья, если он и играет какую-нибудь роль в определении направления, это лишь второстепенный признак.

Фриш выстроил ряд ульев, среди которых были и пустые, и заселенные, и прикрыл их переднюю сторону окрашенными в разные цвета экранами. Если переменить экраны местами, то окажется, что пчелы, приученные прилетать, например, к желтому улью, полетят не в свой улей, а в улей, прикрытый желтым экраном, хотя бы он был и пустой.

Здесь ульи стояли бок о бок. Опыт, безусловно, не дал бы никаких результатов, если бы они отстояли друг от друга на несколько метров. Вольф таким же образом делал опыты по дрессировке сборщиц, для которых путь к летку проходил под пахучим экраном, поставленным перед ульем. Такая дрессировка удается, хотя, по мнению Вольфа, пчелы различают запахи скорее по их силе, чем по характеру.

Несомненно одно — в природных условиях пчела придает самому улью как таковому меньшее значение, чем улью на окружающем его фоне. Именно роль элементов этого окружения и стремился установить Вольф в своих знаменитых опытах. Прежде всего существенным фактором представляется солнце. Вольф заключает пчел в темную

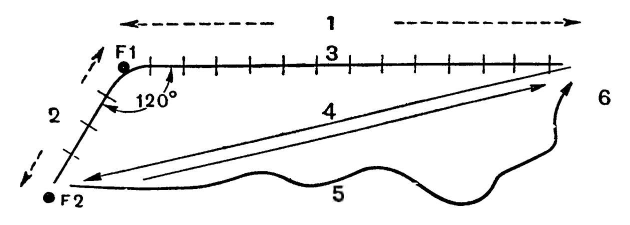


Рис. 14. Ориентировка пчел (по Вольфу).

Пчелы сначала тренируются на полет по пути, ведущему к *F2* через *F1*, с помощью раскрашенных экранов, разложенных по земле. Они сами, и очень быстро, осваивают прямой, более короткий путь по линии *4*. Линия *5* — первоначальная их трасса. Расстояние *1* равно 140 ярдам, *2* — 33 ярдам.

коробку в то время, как они берут взяток из чашечки с медом. Заключение длится несколько часов, солнце за это время значительно перемещается на небосводе. Из прилагаемых рисунков (рис. 14 и 15) яснее, чем из длинных объяснений, понятно, какие ошибки совершают пчелы. Они возвращаются по пути, образующему известный угол по отношению к солнцу, то есть по пути, который должен был бы привести их прямо к улью, но при этом совершенно как будто бы игнорируют тот факт, что солнце-то переместилось. Поэтому в конце пути они оказываются в стороне от своей цели. Тогда пчелы, казалось бы, обнаруживают свою ошибку и совершают характерный круговой полет, дающий им возможность найти знакомые приметы, а через них — и свой улей.

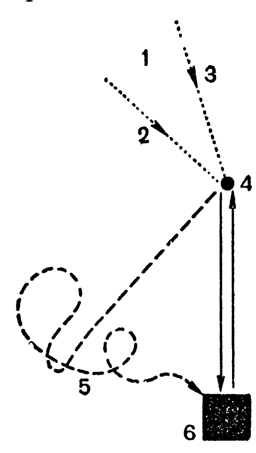


Рис. 15. Ориентировка пчел по отношению к солнцу (по Вольфу):

6 — улей; *4* — кормушка, пчелы на час заключены в темную коробку. За это время солнце перемещается из положения *2* в положение *3*. Освобожденные пчелы летят прямо — к точке *5*, ошибаясь на угол, равный углу перемещения солнца, но затем находят улей.

Но у нас сейчас же появляется одно возражение: почему же пчелы в природных условиях способны выправить линию своего полета по отношению к солнцу, хоть оно и переместилось, тогда как в опытах Вольфа они этого сделать не в состоянии? С тем же парадоксальным положением мы сталкиваемся и у муравьев.

Нам представляется, что эти насекомые точно так же умеют учитывать постепенное перемещение солнца, но они путаются в случаях резкой перемены его места, обнаруживаемой после их заключения в темную коробочку. Возможно, неровности почвы играют для них при узнавании пути не меньшую роль, чем солнце. При этом, как и всегда, насекомое руководствуется не каким-либо одним простым, одиночным стимулом, а группой предметов, из которых устанавливается направление.

Мы сейчас увидим еще одно прекрасное доказательство этого на примере филантов — пчелиных волков, так тонко изученных голландцами.

Вольф выявил роль наземных примет, расставив вдоль пути от улья к чашечке с медом попеременно желтые и синие экраны. Пчел явно сразу же охватывает смятение, как только мы переместим аллею экранов или улей. Но они остаются совершенно спокойными, когда смещают и то, и другое одновременно, хотя бы положение всего вместе по отношению к окружающей местности и изменилось самым явным образом. Можно сказать, что пчела «отобрала» характерные приметы и придерживается их.

К о р о т к о е з а м ы к а н и е. Но будем осторожны! Воздержимся и здесь от слишком поспешных выводов относительно того, что насекомые слепо следуют опознавательным признакам. Другой опыт, проведенный тем же Вольфом, показывает, что это не так. В этом опыте дорога из экранов образует поворот на пути к корму, и пчелы быстро привыкают к нему. Но через некоторое время их поведение меняется. Они еще пользуются отмеченным путем для того, чтобы добираться до корма, *но не для возвращения в улей*, которое практически происходит по прямой линии. В конце концов, дорога туда и обратно пройдет по одной прямой, а вехи будут совершенно забыты. Теперь пчела определяет направление уже только по солнцу.

Думается, значение опыта Вольфа не было оценено по достоинству. Этот опыт ясно показывает процесс обучения, в котором используются весьма многие отдельные особенности положения, а также их перегруппировка, их постоянное «изменение», позволяющее подопытному насекомому достигать одной и той же цели различными средствами. Мы уже обнаружили много примеров проявления тех же способностей в опытах над насекомыми в лабиринте.

Р о л ь а н т е н н. Из этого следует, что пчелы ориен-

тируются, по всей вероятности, только по зрительным восприятиям. Однако старые опыты Бетэ как будто бы доказывают, что антенны играют роль в узнавании пути. Действительно, рабочие пчелы, лишенные антенн, возвращаются в улей со значительным опозданием или вовсе не возвращаются. Вольф хотел подтвердить эти исследования рядом опытов, результаты которых совсем не так ясны, как считает, по-видимому, он сам, а подчас даже кажутся и вовсе противоречивыми.

Я когда-то вместе с Грассе доказал, что ампутация антенн представляет для пчелы серьезное повреждение, влекущее за собой быструю смерть. Осы же, наоборот, легко переносят подобную операцию. Поэтому не думаю, чтобы можно было сделать из этого какой-либо вывод. Несомненно одно, что до появления нового фактора зрение является единственным чувством, имеющим серьезное значение для ориентировки пчелы на местности.

Обмен пчелами между семьями. На больших пчельниках, расположенных среди крайне однообразной обстановки, пчелы могут ошибаться и при возвращении с поля попадать в чужой улей. Поэтому многие пчеловоды считают, что лучше окрашивать ульи в разные цвета и расставлять их в беспорядке на не слишком однообразном участке. Русские, в частности Некрасов[1], поставили задачей выяснить, действительно ли этот обмен пчелами влечет за собой серьезные неудобства и снижает производительность пчел. Для этого они установили общий вес каждой пчелиной семьи на большой пасеке из 250 ульев, расположенных в одном месте, в однообразном окружении и разделенных на три концентрических ряда. Оказалось, что ульи, находящиеся в центре, несколько выигрывают в населенности по сравнению с теми, что находятся на окружности, но разница эта почти не имеет значения. Вместо концентрического деления ульев по кругу можно разделить пасеку на четыре участка, размещающихся вокруг фигуры, подобной греческому кресту. Тогда проявляются заметные различия, но не столько в отношении числа пчел, сколько в отношении их продуктивности. Эти различия связаны с тем, в каком направле-

---

[1] Речь идет о советском пчеловоде В. Ю. Некрасове, работавшем при Институте животноводства под руководством профессора Г. Аветисяна. Итоги работы опубликованы в статье «Залеты пчел» (журнал «Пчеловодство» № 3, 1949 год). *(Ред.)*

нии находится поле, с которого пчелы берут взяток. Многие сборщицы, наполненные нектаром, оседают на первых встреченных ими рядах и не долетают до своего улья. Трутни также могут сбиваться с пути и, как утверждает другой русский исследователь Левенец[1], примерно в таких же количествах.

Техника разведки у пчел. Как они распознают интересующие их зоны. Пчелы посещают цветки. Это всем давным-давно известно. Но цветки обладают цветом, формой и запахом, и биологи задумались над тем, какой же из этих трех факторов важнее всего. Боюсь, что в этом сказывается, как я уже не раз имел случай заметить, косность ученых: почему непременно только один из факторов должен выступать, причем непременно всегда один и тот же.

Разве не более вероятно, что живое существо должно пользоваться одновременно несколькими видами сигналов и что один из них способен определять его поведение только эпизодически? Можно предвидеть, что исследователи не смогут прийти к соглашению относительно господствующего фактора, ведь определение его зависит от направленности опытов. В самом деле, Плато признает, что основную роль играет запах цветка, так как пчелы постоянно посещают очень малоприметные нектароносы и совершенно не проявляют интереса к таким заметным цветкам, как лилия, пока в них не внесут несколько капель меда. Но Андрэ наблюдает, как пчелы подлетают к хорошо видному букету, помещенному под стеклянный колпак, и совершенно не обращают внимания на тот же букет, отгороженный непрозрачным щитом, пропускающим запахи. Форель привлекает пчел к искусственным цветкам, слегка сбрызгивая их медом. Пчелы даже предпочитают их настоящим цветкам.

Впоследствии фон-Фриш, о котором нельзя не упомянуть, как только речь заходит о пчелах, дрессировал рабочих пчел на посещение синей коробочки, надушенной жасмином. Затем он предоставил им на выбор две коробочки: желтую, надушенную жасмином, и синюю без запаха. В этой второй фазе опыта $^6/_7$ всего количества пчел выбрали надушенную коробочку, несмотря на ее непривычный

[1] И. П. Левенец—научный сотрудник Украинской опытной станции пчеловодства. (См. его статьи в журнале «Пчеловодство» № 4, 1956 и ранее). *(Ред.)*

цвет. Но все меняется, если клеточки стоят не рядом, а отделены широкими экранами. Тогда во второй фазе опыта пчелы летят на привычный цвет, а не на запах. Это, по фон-Фришу, объясняется, видимо, тем, что на далеком расстоянии цвет привлекает пчел сильнее, чем запах. Вблизи же запах оказывается сильнее. Очевидно, все, по верному замечанию Риббандса, зависит от условий опыта. Ведь может же случиться так, что большой массив цветов, например сурепицы, издает достаточно сильный запах, чтобы издалека привлечь пчел-сборщиц.

Самому фон-Фришу удалось, в зависимости от интенсивности запаха, привлекать большее или меньшее количество сборщиц к своим дрессировочным коробкам; он отмечает, что, как правило, рабочие пчелы охотнее задерживаются на пахучих дощечках, чем на дощечках без запаха.

Разведчицы и сборщицы. Но далеко не все пчелы из числа сборщиц принимают участие в поисках корма. Здесь-то и следует сослаться на старые, но очень интересные опыты Бонье, который попросту старался привлечь пчел к кормушке с медом, разбавленным водой. Он замечает, что это весьма легко удается в утренние часы, труднее — с наступлением дня и почти невозможно после полудня, когда кормушка пустует целыми часами, так как ни одна сборщица ее не посетит. Следует учитывать также время года. В дни обильного взятка трудно заинтересовать пчел чем-либо другим, кроме привычных им цветков. Но ранней весной и осенью, когда корма мало, опыт чаще всего отлично удается, только бы не помешали метеорологические условия. Итак, есть такие часы и такое время года, которые более всего подходят для проведения опыта.

Бонье отмечает также, что разведчицы отличаются от обычных сборщиц менее уверенным полетом и по другому звучащим жужжанием. Много позже Тереза Эттинген-Шпильберг под руководством фон-Фриша продолжила исследования Бонье. Она помечала каждую пчелу и установила, что разведчицы принадлежат ко всем возрастным группам и всегда очень малочисленны, за исключением времени, когда не хватает нектара. В разгар обильного взятка не удается обнаружить ни одной разведчицы.

Подавляющее большинство сборщиц состоит, по мнению Линдауэра, из «завербованных», обнаруживающих местонахождение нектара только благодаря пчелам-танцовщицам. Из 159 меченых рабочих пчел только 9 вылете-

ли, не повторив предварительно движений танцовщиц. Из 150 других 79 вернулись с такой же обножкой, как и танцовщицы (значит, они посещали цветки того же вида). На основании данных, полученных в 1949 году, Опфингер различает три категории завербованных: а) группа пчел, которые упорно посещают скудные источники нектара, даже если поблизости имеется обильная медоносная растительность; они довольно немногочисленны; б) большинство сборщиц, которые сохраняют верность цветкам только до тех пор, пока их нектарники содержат достаточно корма; в) наконец, весьма незначительный процент пчел, которым «не сидится на месте» и которые, без сомнения, образуют переходную категорию между вербовщицами и вербуемыми.

Тщательность, с которой изучался полет пчел за взятком, может показаться удивительной. Эта книга, не являющаяся трактатом по пчеловедению, дает об этом только очень несовершенное представление. Но было бы грубым заблуждением полагать, что здесь больше нечего открывать. Какой-нибудь незначительный факт может снова поставить все под вопрос и напомнить нам, как говорится в известном изречении, что область науки походит на окружность, которую обступает неизвестное; и чем дальше его границы, тем они протяженнее.

Я спрашиваю себя, не столкнулся ли я и в самом деле с этим, на первый взгляд, незаметным изъяном в цепи слишком хорошо построенных гипотез, когда перечитывал на днях у Риббандса рассказ об опытах Купера, который перевел на вѐреск семь пчелиных семей, до того летавших на белую горчицу. Пчелы были со всех сторон окружены вереском, и это все же не помешало им полностью его забросить, чтобы устремиться на горчичное поле, отстоявшее оттуда более чем на километр. Другие семьи, привыкшие к вереску, в зарослях которого они находились весь год, нисколько не интересовались цветками горчицы. Очевидно, это явление легко можно объяснить, например, чрезвычайно упорной индивидуальной памятью разведчиц, которые, несмотря ни на что, будут отыскивать растение, к которому привыкли. Но здесь следует указать на одно давнее убеждение, живущее среди профессиональных пчеловодов. Эти люди, нередко владеющие большим количеством ульев, часто кочуют со своими пчелами, переводя сотни семей, например, на розмарин или лаванду.

И вот все они заявляют, что у них выход меда определенно меньше, чем там, где ульи весь год находятся на постоянном месте. Мы были уверены, что наблюдали это явление на опытной станции в Бюр-сюр-Ивет. Имеет ли здесь значение акклиматизация? Для нее потребовалось бы, во всяком случае, очень много времени, так как привезенные пчелы способны сравниться с местными только по истечении очень длительного времени, которое определенно превышает продолжительность жизни наиболее упорных разведчиц.

Самой сложной проблемой является то, что изменившееся воздействие среды, представленное видами тех цветков, с которых пчелы получают свой взяток, сказывается почти исключительно на недолго живущих сборщицах, а не на матке и не на молодых, нелетных еще пчелах. Или надо допустить, что семья обладает коллективной памятью, которая сосредоточена, быть может, в нервных клеточках тех очень старых пчел, на существование которых указал Никкель и которые могут жить больше года?

Опознавание участка, подлежащего обследованию. Мы видели, как разнообразные видимые вехи отмечают для пчелы ее обратный путь. Но как она опознает подходящее ей место, когда прилетает туда впервые? На этот вопрос ответили знаменитые опыты Опфингера. Этот исследователь помещает под стеклянную пластинку три цветных листочка картона, например верхний — зеленый, второй — желтый и третий — синий. На пластинке стоит кормушка с медовым сиропом. Как только какая-нибудь пчела начинает брать сироп, Опфингер снимает зеленый листок картона, потом, как только пчела соберется улететь, снимает и желтый листок. Перед возвращением сборщицы он ставит уже несколько кормушек на желтой, синей и зеленой подставках. Вскоре отмеченная пчела возвращается и без колебания опускается на чашку, стоящую на зеленом листке картона. Следовательно, цвет листка, на котором стоит кормушка, пчела запомнила в момент совершения посадки, а его изменения, происходившие в то время, когда она выбирала корм, оказались для сборщицы лишенными значения. То же происходит, если вместо цветных листков картона подкладывать рисунки различных образцов. Пчела, как выясняется, сохраняет в памяти только первый, относящийся ко времени прилета.

Что касается *более отдаленных* деталей окружающей обстановки, то они могут запечатлеваться в памяти пчелы во время ее обратного полета, а детали, *непосредственно связанные* с местом, регистрируются только во время прилета. Опфингер наглядно доказывает это, раскладывая приманки с медом на четырех цветных пластинках, расположенных по четырем углам большого квадратного стола. В этом случае статистические данные свидетельствуют о том, что почти одинаковое количество пчел избирает две пластинки, которые соответствуют одна — прилету, другая — отлету.

Имеются доказательства того, что даже вехи, отстоящие на несколько метров, могут играть известную роль. Пчелу, которая опустилась на белый стол на участке с большим числом всевозможных опознавательных знаков в то время, как она брала корм, перенесли на другой стол, за несколько метров. В этом случае большая часть пчел возвращается на стол, с которого они улетали, а не на стол, на который они прилетали. Наконец, можно использовать вместо листков цветного картона кусочки картона, пропитанные различными запахами: в этом случае рабочие пчелы запоминают только запах, связанный с прилетом.

Муравьиные тропы. В рощице близ Эпернона, состоящей из каштановых деревьев и орешника, я наблюдал за движущейся колонной крупных черных муравьев Dendrolasius fuliginosus. Будучи схваченными, они испускают сильный эфирный запах. На почти прямолинейной тропе, среди опавших листьев, суетились темные рабочие муравьи, тащившие грузы или просто волочившие свое раздувающееся от сладких соков брюшко.

Я не могу долго находиться вблизи насекомого и не начать к нему приставать. И вот я выставил вперед палец, и рабочие муравьи стали подниматься на задние ноги и, повернувшись ко мне, широко раскрывали челюсти. Тогда я просто раз или два провел пальцем поперек тропы. Ничего или почти ничего не произошло, но какое странное смятение охватило вдруг муравьев: как будто они очутились перед какой-то невидимой преградой. Вот колонны, идущие в обоих направлениях навстречу друг другу, останавливаются, словно обезумев. Струящаяся черноватая масса муравьев мечется по обеим сторонам невидимого следа, оставленного моим пальцем. Все же то

один, то другой муравей боязливо приближается к «no-man's land»[1], разделяющей две эти группы, и почти тотчас, как в сильнейшем испуге, бросается назад. Наблюдаю несколько попыток бокового обхода: несколько смельчаков покидают тропу и пытаются обойти снаружи невидимый, пересекший ее барьер. Приподнявшись на выпрямленных ногах, с трепещущими антеннами, ощупывают они незнакомый внешний мир, чтобы тотчас же отпрянуть в успокоительно действующее беспорядочное сборище ног и антенн своих товарищей. Потребовалось около четверти часа, чтобы, переходя от одной робкой и неуверенной попытки к другой, они восстановили тропу. Как только первые рабочие муравьи преодолели препятствие, нормальное движение вновь установилось за несколько минут, и Dendrolasius, скользя как по рельсам в двух направлениях, вновь устремились в путь вдоль узкой тропы.

Так я повторил старый опыт, столько раз предпринимавшийся учеными типа Леббока, Бруна и Фореля, опыт, послуживший поводом к стольким толкованиям, часто слишком уж фантастическим.

Что же есть на тропе такого важного и такого непрочного, что достаточно чуть прикоснуться к ней пальцем или слегка обмести щеткой, чтобы его разорвать? Это может быть только пахучим следом, оставляемым муравьями. Но как они в таком случае распознают прямое и обратное направление? Ведь самое обычное наблюдение показывает, что брюшко выходящих из гнезда рабочих муравьев почти пусто, и никакого груза они не несут. В то же время возвращающиеся в муравейник муравьи несут добычу или жидкие питательные вещества, собранные в зобике. С другой стороны, движение так интенсивно, а рабочие муравьи так часто сталкиваются друг с другом, что они не могут бежать по своему следу. Кроме всего, они часто останавливаются и—это так характерно для них—гладят друг друга по антеннам. Если на тропу падает какой-либо посторонний предмет, это препятствие приостанавливает движение лишь на незначительный отрезок времени, и вскоре муравьи продолжают свой путь, огибая этот предмет или вскарабкиваясь на него. Значит, не так-то легко заставить муравьев потерять направление на пути от муравейника и обратно.

---

[1] No man's land (*англ.*) — «ничейная» территория. *(Ред.)*

Каким, однако, образом может указать им то или иное направление простой пахучий след? Можно, подобно старым исследователям, предположить, что рабочие муравьи, выходящие из гнезда, уносят на ногах характерный запах, который по мере удаления от него слабеет. Один из старых биологов даже прибег к такому сравнению: множество людей находится в доме, пол которого посыпан красным мелком. Вполне очевидно, что люди, удаляющиеся от дома, уносят на подошвах достаточно красной пыли, чтобы четко отметить ею подступы к дому. Естественно, что с удалением от дома красный цвет почвы должен постепенно слабеть. Таким образом, каждый обитатель дома мог бы вновь найти дом, отыскивая участки, все сильнее окрашенные в красный цвет.

Заменим «цвет» «запахом» и мы получим гипотезу, в которой нет ничего нелепого и которую, казалось, легко применить к муравьям. Одна трудность все же имеется: движение на муравьиных тропах очень сильно, и муравьи уходят и возвращаются густым потоком. Это должно нарушать точность ориентира. Но есть и кое-что посерьезнее: муравьиные тропы, как мы это сейчас увидим, чрезвычайно длинны, они могут уходить от муравейника на 50 или 100 метров и больше и образовывать сложную сеть, карты которой были составлены английскими учеными. Как же считать, чтобы на таком расстоянии от предполагаемого пахучего источника мог действовать ориентир для определения направления?

Другие ученые настаивают на том, что каждый «микрослед», оставляемый ногой муравья, поляризован. В нем, по мнению этих ученых, различаются передний и задний край, опознаваемые обонятельными органами или хеморецепторами лапок. Таким, якобы, образом направление может быть в любую минуту легко найдено. Едва ли нужно еще раз напоминать, что муравьи, прибывающие в муравейник, и муравьи, уходящие из него, ежеминутно смешиваются. Как же отыскать в такой путанице хоть какую-нибудь поляризацию следов?

Верный своей теории «топохимического обоняния», Форель утверждает, что муравьи (и многие другие насекомые) воспринимают «форму запахов»: удлиненный запах былинки, округлый аромат лесного ореха и т. д.... По теории Фореля, по левой и по правой сторонам тропы должен находиться ряд характерных топохимических вех,

цепь которых развертывается в том или ином порядке, в зависимости от избранного муравьем направления.

Наконец, весьма известный бельгийский мирмеколог[1] Ренье отмечает, что муравьи, как и пчелы, почти все время испускают ультразвуковые сигналы. Ренье высказывает предположение о том, что муравьи правильно определяют нужное направление, ориентируясь на «музыку гнезда», то есть на бурю ультразвуков, издаваемых массой рабочих муравьев.

Это все гипотезы, перейдем к опытам. Под рукой у меня не было почти ничего, кроме кусочков сухого дерева, нескольких дощечек и обломков черепицы. Но наука о поведении может двигаться вперед даже с помощью таких первобытных орудий. Попытаемся сначала исключить гипотезу Ренье. Если из гнезда исходит какая-то музыка, то, по-видимому, есть возможность прекратить или серьезно нарушить ее. Я проверил метр тропы и обнаружил черное отверстие с гладкими краями, откуда почти каждую секунду выскакивал темный рабочий муравей. Нет ничего легче, чем залепить отверстие комочком хорошо размятой глины. Очевидно, это должно вызвать большое смятение на непосредственных подступах к гнезду. Почва покрывается кишащим ковром из Dendrolasius. От их резкого запаха першит в горле, а они лихорадочно ощупывают друг друга своими подвижными антеннами. Но в нескольких метрах отсюда, на тропе, невозмутимо бегут в обоих направлениях толпы рабочих муравьев. Незаметно ни тени какого бы то ни было нарушения их деятельности, происшедшего оттого, что из гнезда до них больше не доносятся какие-то звуки...

Что касается влияния краев муравьиного следа, то проверить его можно довольно просто. Я очищаю от поросли кромку тропы на протяжении одного метра, прилагая много стараний к тому, чтобы не прикоснуться к тропе. Еще дальше, я устраиваю над тропой навес из черепицы длиной в тридцать сантиметров. Нет, пока не прикоснешься к невидимой полоске, которая служит муравьям ориентиром, они не проявляют никакой тревоги.

Итак, остается знаменитый опыт Бетэ, опыт с тремя дощечками, столько раз упоминавшийся в учебниках. Три дощечки — А, Б, В, каждый конец которых помечен

[1] Мирмеколог — исследователь муравьев. *(Ред.)*

особой цифрой, помещены на тщательно выровненную дорожку. Разумеется, это вызывает среди муравьев огромное замешательство, которое не кончается и через полчаса. Вскоре я возвращаюсь, чтобы констатировать, что несколько смельчаков исследуют дощечки. Через два часа движение восстановлено, и несчастные Dendrolasius готовы к новым терзаниям.

Как и Бетэ, я перемещаю дощечку А на место В и наоборот. В этом случае, говорит немецкий ученый, смятение среди муравьев не очень велико, оно легко проходит. Именно это я и наблюдаю. Тогда дощечку А переворачивают передним концом назад. При этом муравьи, по Бетэ, приходят в состояние крайнего возбуждения, потому что теперь «ориентированный» запах переносится в место, противоположное тому, с которого он обычно исходит. Сказать по правде, возбуждение в среде муравьев не намного сильнее, чем в первый раз. Но один факт поражает: то, что движение Dendrolasius практически разлаживается у концов дощечек, края которых муравьи долго ощупывают. В самом деле, без достаточно усовершенствованных приспособлений, которых не найти в рощицах близ Эпернона, очень трудно добиться, чтобы перемещенные дощечки вплотную соприкасались краями. Мне почти не удается избежать того, чтобы в какой-то части край одной дощечки хоть немного не отставал от края другой. А это-то кажется и завораживает муравьев: и именно здесь они и останавливаются и лихорадочно ощупывают ту часть дощечки, *на которой нет пахучего следа*. Но как только препятствие преодолено, муравьи легко бегут по дощечке, независимо от того, в обычном или необычном положении она находится. Не является ли разрыв пахучей полоски (а не перестановка дощечки) тем обстоятельством, которое вызывает наблюдавшееся Бетэ возбуждение Dendrolasius? Такое обстоятельство можно в опыте полностью исключить.

При помощи нескольких дощечек и двух гвоздей я изготовляю приспособление, изображенное на рисунке 16(7). Деревянный диск может вращаться под двумя нависающими пластинками дерева. В этом месте след уже может быть сохранен неразорванным. Если перемена направления на обратное имеет какое-нибудь значение, то это легко установить. Правда, после установки прибора надо долгие часы ожидать, пока след установится

и прекратятся нескончаемые его ощупывания. Наконец, и это сделано.

В тот момент. когда сделаны приготовления к тому, чтобы повернуть диск на 180 градусов, я не променял бы своего места и на целое царство. Но вот диск повернут, «направление запаха» изменено на обратное. О, радость! Муравьи не проявляют ни малейшего замешательства!

Итак, Бетэ ошибся, как это очень часто случается в биологии. Бетэ вынашивал гипотезу об ориентированном запахе, и его предвзятая идея стала между ним и фактами. Он слишком доверял самому себе, он не сумел видеть. Запах не ориентирован, и муравьи восприимчивы только к разрыву, даже ничтожному, пахучей полоски, образованной бесчисленными отпечатками их ног.

Значит ли это, что теперь все стало ясно? Вовсе нет. Таков закон науки: едва разрешается одна какая-либо проблема, возникает бесконечное множество новых.

В самом деле, если запах вовсе не является для муравьев указателем направления, то как они отличают дорогу к муравейнику и от него? Но прежде всего выясним, действительно ли они ее отличают? Я беру муравьев, идущих в гнездо, с тропы и помещаю их на метр дальше; головой к гнезду или в обратном направлении. Каждый раз они пускаются в путь как слепые, в том направлении, которое я для них предопределил, и сохраняют его на расстоянии больше метра, пока я слежу за ними. Дальше я теряю их из виду.

Таким образом, я заставляю муравьев-грузчиков с тяжелой ношей уходить прочь от гнезда, а рабочих муравьев, идущих за кормом, преждевременно возвращаться в него.

Получается, что тропа, в самом деле, подобна рельсам, которые определяют путь вагонов, но не направление движения. Дойдя до конца тропы всегда приводящей к источнику добываемого корма, и вдосталь набрав его в запас, муравьи, что совершенно естественно, возвращаются по «рельсам», которые приводят их обратно в гнездо.

Вот простое объяснение, которое меня почти не удовлетворяет именно потому, что оно слишком просто. Разве не зарегистрировано большое количество фактов, которые со всей очевидностью доказывают возможность восприятия нервным механизмом всегда сложной обстановки и его способность к самым разнообразным замещениям и

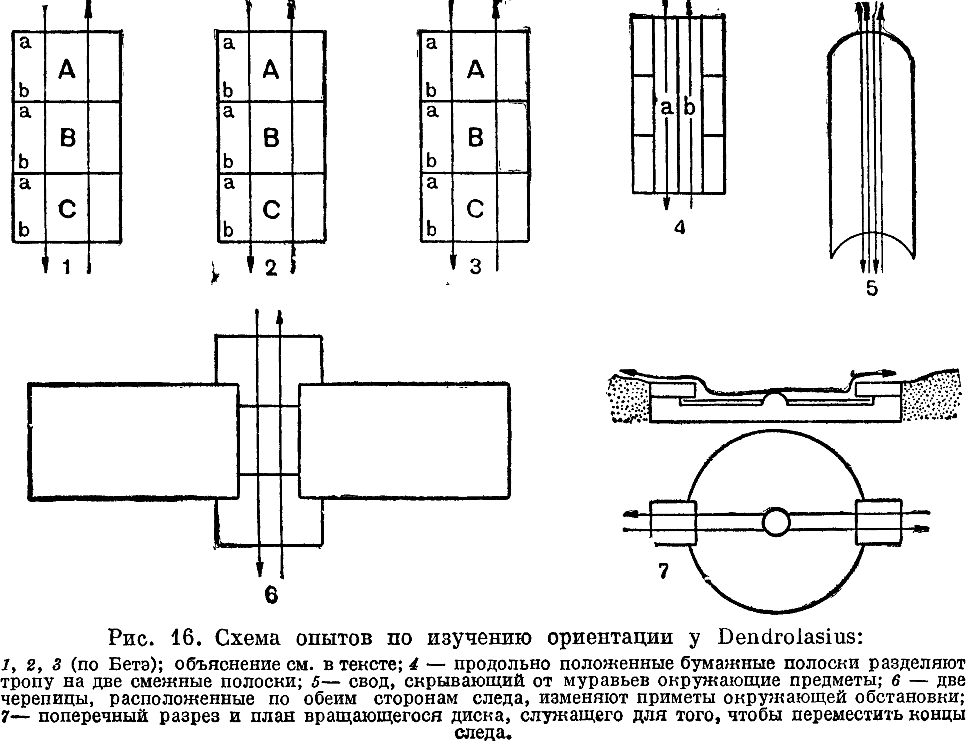


Рис. 16. Схема опытов по изучению ориентации у Dendrolasius:

1, 2, 3 (по Бетэ); объяснение см. в тексте; *4* — продольно положенные бумажные полоски разделяют тропу на две смежные полоски; *5*— свод, скрывающий от муравьев окружающие предметы; *6* — две черепицы, расположенные по обеим сторонам следа, изменяют приметы окружающей обстановки; *7*— поперечный разрез и план вращающегося диска, служащего для того, чтобы переместить концы следа.

переменам условий? И я убежден, что муравьи на своих тропах еще долго будут нам загадывать загадки.

Различные способы ориентировок у разных видов насекомых. Прежде всего следует помнить, что эти опыты касаются Dendrolasius fuliginosus, а не какого-либо другого муравья. Но крупные Formica rufa, которые сооружают куполообразные постройки из веточек, пользуются главным образом видимыми вехами, и стирание следа на дорогах не дает особо интересных или значительных результатов. То же можно сказать о Formica cinerea, которого полностью дезориентирует покрытие лаком его глаз, в то время как оно почти не действует на Lasius, Messor и Tapinoma. Возможно, что у этих трех последних видов направления определяются с помощью обонятельных признаков. Но как тогда объяснить то, что стирание следов дезориентирует Tapinoma, в то время как на Messor и Lasius почти не действует? Можно подумать, что, по крайней мере, у Messor, в то время как обонятельные стимулы нарушены стиранием следов, происходит переход на зрительные различения. В самом деле, на них сильно действует зеркало, отражающее солнце.

Роль солнца и видимых ориентиров. Аналогия с пчелами. С муравьями можно проделать те же опыты, что и с пчелами: они дают те же результаты. Это значит, что муравей, перенесенный экспериментатором, заставившим его проделать очень сложный путь, на некоторое расстояние от гнезда, вполне может, как это доказал Брун, вернуться в свое гнездо по прямой.

Если рабочего муравья запереть на некоторое время в коробке, то (и это наблюдается у многих видов) он, как и пчела, ошибется в направлении дальнейшего движения, и допущенная им ошибка, *ее угол*, будет соответствовать перемещению солнца за то время, пока насекомое сидело в коробке. Значит, муравей не может правильно ориентироваться, если искусными приемами экспериментатора произведены заметные и *резкие* изменения в восприятии положения солнца. Но многочисленные факторы, способствующие отыскиванию направления по вехам, позволяют ему учитывать *медленное* и нормальное перемещение солнца в течение дня, не ошибаясь относительно направления к гнезду. Муравьев, как и саранчу, можно обмануть при помощи зеркала, отражающего солнце, в то время

как самое солнце от них закрывают каким-нибудь экраном.

Таким образом удалось направить муравьев в сторону, противоположную той, в которую они шли бы в нормальных условиях. Я задаю себе вопрос: долго ли может продолжаться это заблуждение?

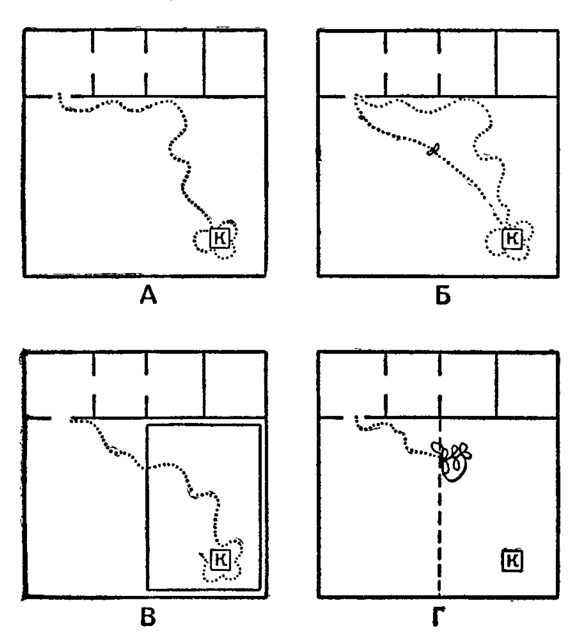


Рис. 17.

А — муравей-разведчик обнаружил корм *к*; *Б* — дорога, по которой муравей возвращается к найденному корму, не воспроизводит изгибов первого пути. Но муравьи, которые его сопровождают, идут по этим извилинам (мелкий пунктир). Листок бумаги, прикрывающий путь с середины, не дезориентирует муравья-разведчика (*В*), но влияет на его товарищей (Г) (по Гетчу).

Наконец, муравьи, как и пчелы, воспринимают поляризованный свет ясного неба. Это доказали совсем недавно проведенные опыты. Возможно, что они, как и пчелы, могут учитывать положение солнца, не видя его, по наблюдению за одной какой-то стороной ясного неба.

М у р а в ь и - р а з в е д ч и к и. Еще раньше, чем ученые открыли особое поведение пчел-разведчиц, они описали особое поведение муравьев-разведчиков, которые

находят корм и оповещают о нем своих товарищей. Думается, что муравьи-разведчики пользуются главным образом видимыми вехами. У Lasius niger муравей-разведчик уверенно вновь находит приманку, даже если закрыть бумагой оставленные им, ведущие к этому же месту, следы. В то же время муравьи, следующие за разведчиком, обычно бывают дезориентированы этой уловкой.

Система троп. Система муравьиных троп очень постоянна, во всяком случае в течение одного времени года. У крупных видов тропы могут уходить на 100 метров и дальше от муравейника. Территория, на которой муравьи отыскивают корм, ревниво охраняется от чужих вторжений, если только они не исходят от дочерней колонии. Это доказал Ренье. Система муравьиных троп не обязательно остается прежней из года в год.

Навозники Бирюкова. Позволительно, казалось, думать, что сложные формы языка пчел (а может быть, и муравьев) свойственны самым высшим насекомым. Но вот в Берлине Бирюков недавно описал странные опыты. Он изучал ориентацию обыкновенного жесткокрылого — навозника — большого темного насекомого с фиолетовым брюшком, живущего в коровьем навозе. Жук проявляет довольно отчетливый фототропизм и в то же время отрицательный геотропизм. Его легко заставить идти по определенной дороге, образующей по наклонной плоскости, освещенной световым пучком, известный угол с горизонтальной плоскостью.

Путь, пройденный жуком, представляет равнодействующую между направлением силы тяжести и силой и направлением светового пучка. Это явление известно и названо геоменотаксисом (этот термин соответствует явлению, которое впервые было описано Прехтом у Carausius; говоря об опытах Бирюкова, точнее было бы говорить о фотогеоменотаксисе).

Но погасим источник света или заменим пучок света рассеянным светом. Направление движения жука не изменится, как если бы движение насекомого определялось теперь одной только силой тяжести там, где вначале оно определялось направлением света и тяжести. Это значит, что здесь мы имеем дело с типом обусловленности, очень близкой той, которая представлена в танцах пчел. Но у навозника угол с направлением световых лучей заменен углом по отношению к направлению силы тяжести, причем

это равный угол, и он лежит с той же стороны тела; тогда как у пчелы эти явления носят обратный характер. Действие света, излучаемого из источника, находящегося впереди, соответственно заменяется действием силы тяжести, действующей на заднюю часть насекомого (смотрите схемы рис. 18). И наоборот: если бы танец пчелы указывал направление полета в улей, а не из улья, соответствие было бы полным. Бирюков предполагает, что разница за-

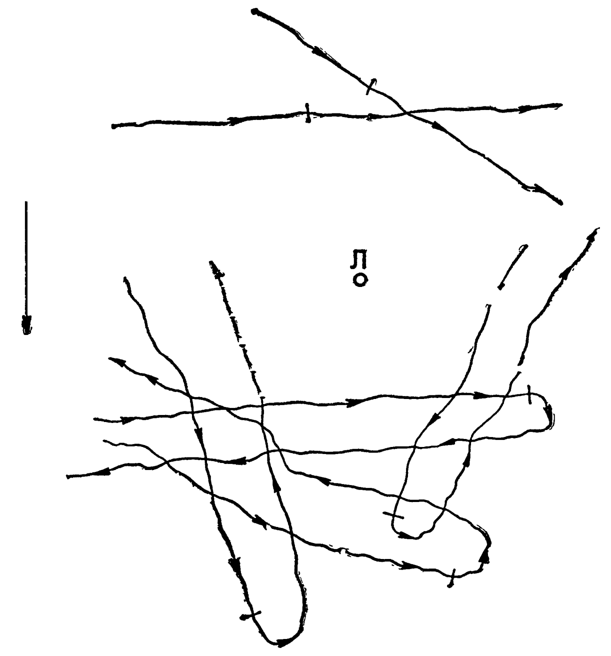


Рис. 18. Следы навозников на горизонтальной плоскости (по Бирюкову):

Л — лампа, по которой ориентируются насекомые. Если поставить плоскость вертикально, так, чтобы сила тяжести действовала в направлении стрелки, изображенной слева (момент, когда изменяется наклон плоскости, обозначен на каждом из следов перпендикулярной черточкой), подопытное насекомое идет по тому же или по параллельному пути, руководствуясь на этот раз силой тяжести.

висит от того, по какому пути идут лётные потоки, скрещивающиеся или не скрещивающиеся в зависимости от вида насекомых. Но, кроме того, должен существовать некий интегрирующий центр (в том смысле, который придают этому слову сторонники объективизма), в котором

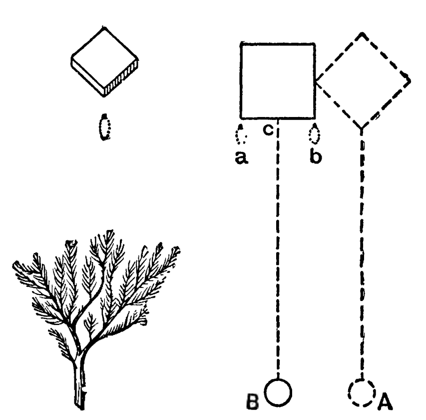


Рис. 19. Филант приучен искать свое гнездо у угла деревянной пластинки.

Когда пластинку поворачивают так, что гнездо оказывается не возле угла, а возле ребра, оса ищет гнездо у двух ближайших углов (*a* и *b*). Но в опыт вводятся более отдаленные вехи: на некотором расстоянии от пластинки в положении *A* в землю воткнута сосновая веточка, высота которой равна диагонали пластинки. Затем пластинку и ветку перемещают, при этом пластинку поворачивают. В этом случае оса производит свои поиски не только в точках *a* и *b*, но также и в c, то есть на линии, идущей от пластинки к ветке.

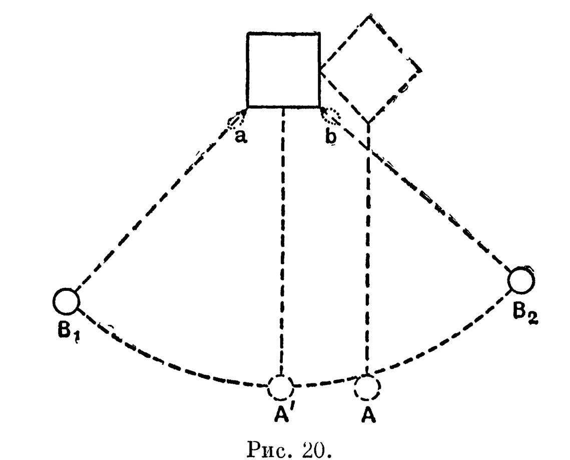


Рис. 20.

Второй опыт также начинается с того, что осу помещают в место, обозначенное буквой *A*, но затем, повернув пластинку, ветку перемещают в точку B_1, B_2. Тогда оса производит поиски в точках *a* и *b*, в зависимости от положения ветки, которая во время отыскивания ассоциируется для нее с пластинкой.

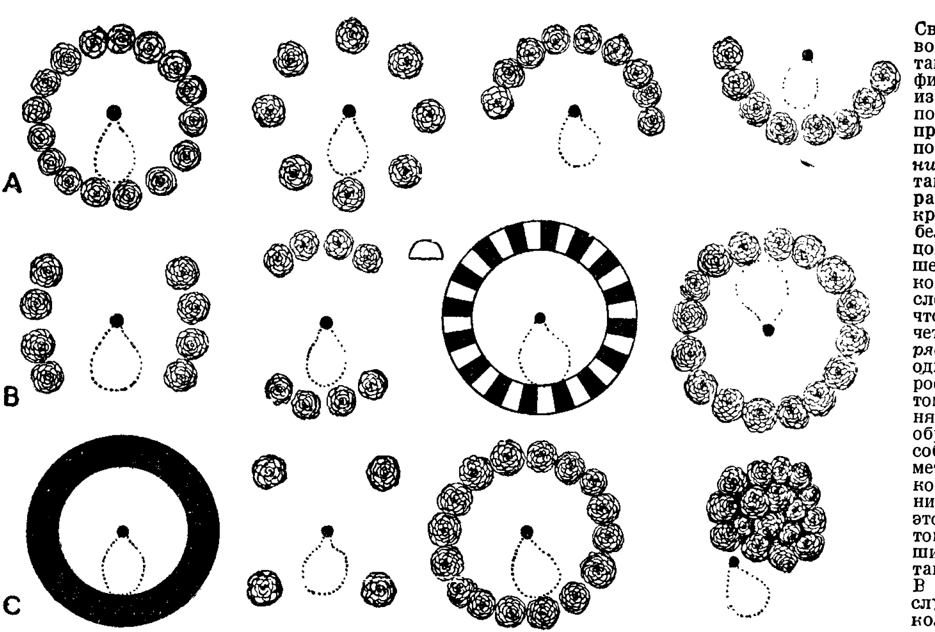


Рис. 21.

Сверху вниз и слева направо: *Верхний ряд А*. Филант так же легко находит центр фигуры из 16 шишек, как и из 8. Он находит также центр полукруга в дистальном и проксимальном положении по отношению к норке. *Средний ряд В*. Филант садится также в центр участка, ограниченного двумя отрезками круга. Кольцо из черных и белых полос он путает с кольцом, составленным из 16 шишек, но только в том случае, когда это выпуклое кольцо слегка приподнято для того, чтобы сделать его более отчетливо видимым. *Нижний ряд С*. То же происходит с одноцветным кольцом, которое воспринимается филантом. только будучи приподнятым над субстратом Таким образом, больше всего ‹ пособствует опознаванию предмета приподнимание его и контрастность. Одно приподнимание не решает дела как это видно из последних опытов, где сложенные в кучку шишки соперничают с составленным из них кольцом. В огромном большинстве случаев филант предпочитает кольцо, хотя кучка из ш шек больше приподнята над землей.

перерабатываются и приводят к постоянному результату все направляющие импульсы, независимо от того, порождены ли они светом или силой тяжести.

Ориентировка по сложным вехам. Пример филанта. Голландцы с замечательной точностью проследили в течение нескольких лет за различными фазами отыскивания направления филантом. Это оса, которая парализует пчел с тем, чтобы отдать их своим личинкам. Филант относит пчел в свою норку, вход в которую каждый раз вновь тщательно запечатывается, причем так основательно, что наблюдателю с трудом удается разыскать это место. Оса же находит его без труда, с помощью сложной системы отыскивания нужного места по характерным вехам. Эта система особенно интересна для изучения, потому что, как мы это сейчас увидим, здесь не действует никакой определенный стимул сам по себе, в одиночку, а имеет место скорее общая картина стимулов, из которых любой может возместить недостаточность действия другого.

Филант, по-видимому, не может различать отдельных элементов обстановки, как таковых, он скорее «рассматривает» ее в целом.

Ван Бейзеком раскладывает вокруг норки филанта во время первой из его отлучек сосновые шишки в виде круга так, что вход в норку оказывается как раз в центре. Оса, возвращаясь с лёта, направляется совершенно точно в центр; но то же происходит после того, как часть шишек убрана. Форма круга, по-видимому, дополняется в представлении филанта, подобно тому, как это происходит в представлении человека. Но вот голландский исследователь желает поставить несчастную осу перед более затруднительным выбором: он сохраняет форму круга, но убирает половину шишек или оставляет только две дуги окружности, лежащие одна против другой, и т. д. (см. рис. 21). Каждый раз оса садится в центр мнимого круга. Для того чтобы узнать его, ей достаточно лишь некоторых его элементов: она как бы дорисовывает себе круг.

Ван Бейзеком не останавливается на этом: он изменяет даже форму данных элементов. Он берет уже не шишки, а кубики, диски или даже одно кольцо, в котором, следовательно, нет и следа отдельных элементов.

Филант без разбора садится в круги из кубиков или из

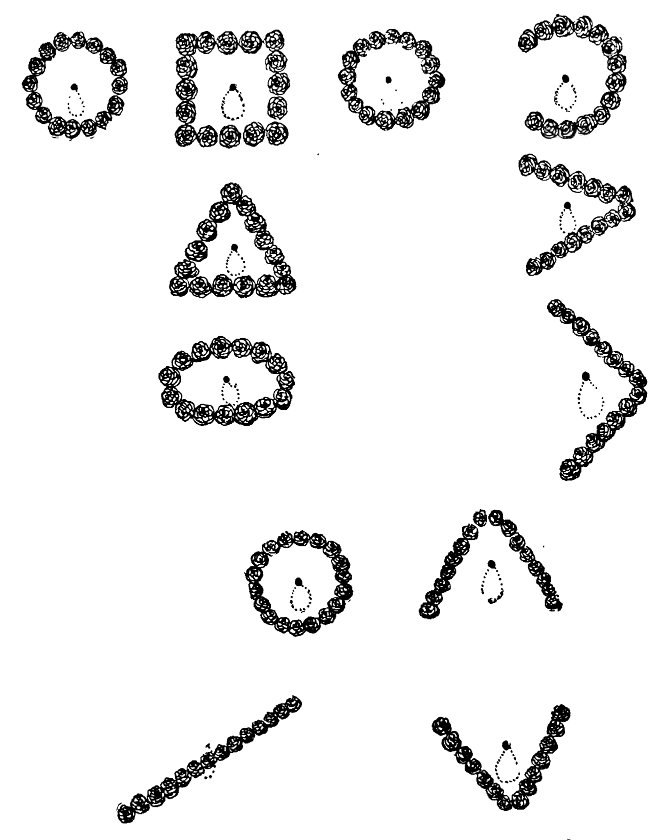


Рис. 22.

Странно, что когда филанту предлагают на выбор различные геометрические формы, он явно стремится именно к центру всех фигур, но при этом обнаруживает способность отличать круг от квадрата и круг от треугольника. Пчела к такому различению неспособна Когда ей одновременно предлагают круги и открытые фигуры она отдает предпочтение кругам. Но если ей предлагать порознь открытые фигуры, она упорно отыскивает «центр» даже если имеет дело просто с рядом шишек (нижняя фигура). —

шишек, но, когда ему предлагают на выбор лежащие рядом круг из шишек и круглое кольцо, он их не смешивает, если только кольцо не приподнято слегка над почвой так, что оно отбрасывает четкую тень. В этом случае филант легко ошибается в выборе. Это позволяет установить, какая именно особенность ориентира важна для филанта: это «контраст с субстратом». Мы уже встречали сходные примеры, когда речь шла о видении форм пчелами.

Цвет, напротив, лишен значения. Оса легко «путает» круги из желтых, черных или белых сосновых шишек.

Затем голландский ученый складывает шишки в кучку возле входа в гнездо, но на этот раз оса больше сюда не летит. Значит, ее привлекали не сосновые шишки как таковые, а образованная ими фигура. Ван Бейзеком открывает еще одну важную особенность фигур — степень их «закрытости» или «открытости» (their degree of closure; термин closure трудно точно перевести). Можно, например, постепенно снимать шишки с круга, состоящего из десяти шишек. Круг распознается филантом до тех пор, пока число шишек не уменьшится до четырех. Дальше опознавание места становится неуверенным и почти всегда неверным.

По-видимому, этот же тест годится для изучения восприятия форм, как это делалось пчелами. Все говорит о том, что филант не отличает круг из сосновых шишек от эллипса, но не путает прямоугольник с кругом или круг с треугольником, которые пчела путает.

Наконец, когда филанту предложены менее определенные фигуры, такие, как ряды сосновых шишек, не имеющие четких очертаний, осы садятся преимущественно поближе к «центрам», то есть на участки, хоть сколько-нибудь обрамленные шишками

Филант, очевидно, предпочитает формы, напоминающие ему хотя бы смутно те, на которые его дрессировали в самом начале (для него они всегда привлекательнее других, предложенных ему одновременно). И только тогда, когда таких форм нет, можно увидеть, как оса садится на фигуры, максимально приближающиеся к этим формам. Оказывается именно их (необычайный факт, к которому надо будет вернуться) в аналогичном положении изберет и человек. Значит, несмотря на огромную разницу в анатомическом и психическом строении, между насекомым и

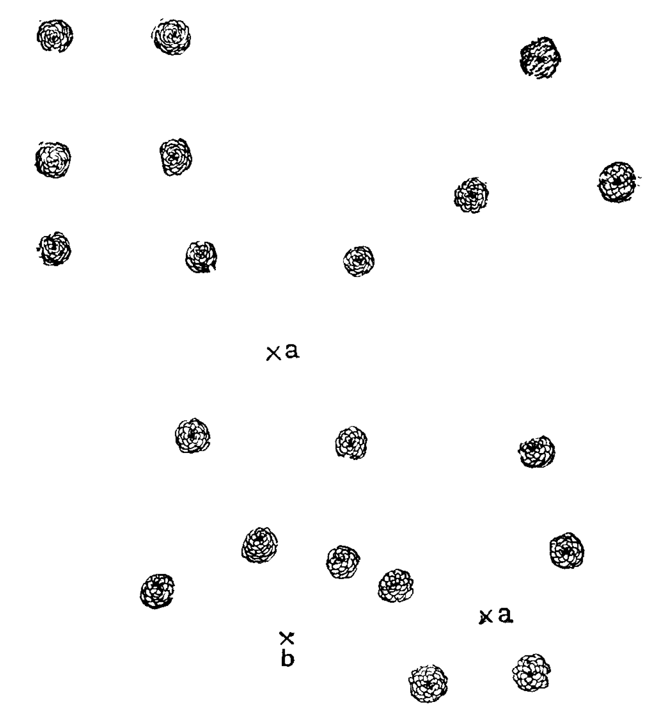


Рис. 23. Филанты с трудом находят центр фигуры из четырех шишек. Если шишек только три, насекомым не удается сделать это. Оса упорно отыскивает центр, когда фигура из четырех шишек составляет часть другой правильной фигуры (средний ряд) или неправильной (нижний ряд). Тогда она садится в точку *a* (в первом случае) и в точку *a* и *b* (во втором случае).

человеком есть что-то общее. Не поэтому ли нам, хоть в какой-то мере, понятно поведение насекомых?

Палочник и его стойка. Не одни только высшие насекомые выбирают себе жилье и регулярно возвращаются в него. Капп де Байон уже давно отметил, что Carausius (Dixippus) morosus всегда повисает на одном и том же месте ветки плюща. Однако зеленый палочник, который носит это ученое имя и издавна служит для физиологов козлом отпущения, положительно не блещет сложностью поведения. Было странно обнаружить в его нравах такое сложное явление, как возвращение домой. Как бы там ни было, эта проблема меня сильно заинтересовала, и я решил задать моим Carausius энное количество простых

вопросов. К счастью, экспериментальный материал здесь несложен: дюжина средней величины остекленных ящиков, какие употребляют для аквариумов, несколько листиков плюща и несколько стоек разной формы, за которые смогли бы цепляться подопытные насекомые,— этого достаточно, чтобы начать опыт. По правде сказать, он потребует месяцев и даже лет, потому что Carausius перемещается только ночью, а днем он пребывает в состоянии полного оцепенения. С другой стороны, о возвращении домой можно с полным правом говорить только в том случае, если оно повторяется регулярно в течение многих дней.

Пришлось начать с отбора подопытных насекомых, помещая в каждый из четырех углов аквариума четыре стоечки, возможно больше похожие одна на другую. Некоторые насекомые повисают на любой стойке без различия; другие, сразу выбрав себе стойку, возвращаются к ней в течение многих дней подряд.

Через две недели, когда насекомые для опыта отобраны, можно начать приставать к ним разными способами. Первый из них состоит в том, чтобы переменить местами стойки. Если, кроме того, посыпать дно аквариума тонким слоем мелкого песка, то можно будет легко обнаружить следы ночных перемещений и определить степень суматохи среди насекомых. Суматоха эта огромна, и бедный Carausius явно провел всю ночь в блужданиях по аквариуму, не находя своей милой стойки. Первостепенную важность имеет не только сама стойка, но и ее положение в аквариуме. Если вы довольствуетесь тем, что, оставив на месте все остальные стойки, тщательно промоете стойку или замените ее другой, в точности такой же, но никогда не бывшей в употреблении, смятение также будет очень велико. Значит возможно, что жилье отыскивается по обонятельным признакам. Поиски становятся успешными только после нескольких дней, но и этого недостаточно, чтобы найти нужную стойку, если она смещена. Возвращение к пристанищу обусловливается комплексом — стойка + окружающая обстановка, а не одной стойкой.

Для того чтобы стойки различались, они должны быть достаточно удалены одна от другой: когда они расставлены по четырем углам аквариума, их можно различить; но, когда они стоят все вместе, выделить из них одну невозможно, если только они не разнятся по форме.

Ф о р м а   с т о й к и. Чтобы выявить, как мои подопытные насекомые различают тот или иной образец стойки, я расположил по четырем углам большого аквариума

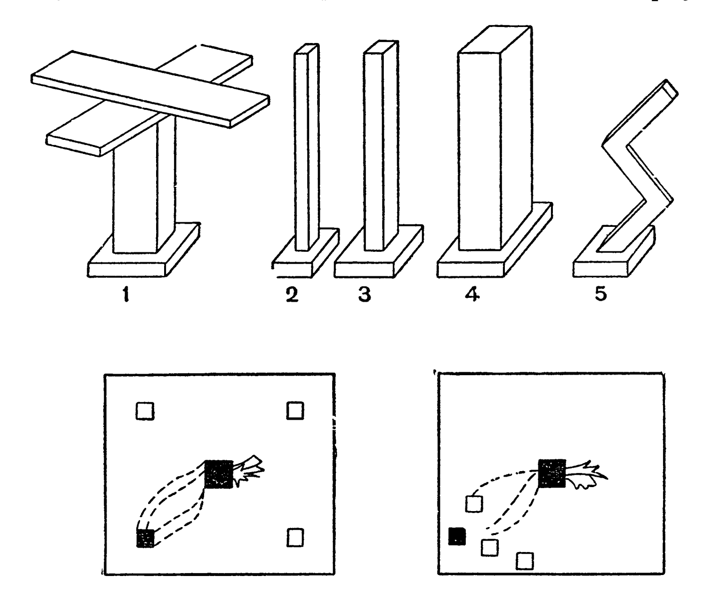


Рис. 24.

1—5 — стойки, на которых повисают Carausius. Внизу — схемы опыта со стойками, расположенными в четырех углах аквариума. Следы отчетливо ведут от излюбленной подставки к кормушке, больше их нигде нет. Слева — сближение стоек вызывает смятение.

стойки типа *3* (см. рис. 24). Опыт начался только через неделю, в течение которой Carausius выбирал себе стойку и привыкал к ней. Тогда я оставлял в аквариуме эту стойку, а три другие заменял стойками образца *2*, *4* или *5* и придвигал их к первой. Когда насекомое отправлялось за кормом после того, как три последние стойки оказывались придвинутыми к первой, Carausius возвращался и, не проявляя видимого беспокойства, повисал на привычной стойке. В противном случае он изменял место, за которое цеплялся, и я находил его то на какой-нибудь из стоек, то на одной из стенок аквариума. Можно также доказать, что Carausius не может распознавать стойки, разница в поверхности сечения которых выражается в отношении 1 к 10; что он с трудом отличает зигзагообразную

стойку от трех прямых; что он легко отличает одну прямую стойку от трех зигзагообразных. Самую большую трудность, которая состоит для палочника в том, чтобы повиснуть на зигзагообразной стойке, надо приписать, несомненно, тому факту, что Carausius старается как можно больше соприкасаться поверхностью брюшка с каким-нибудь твердым телом.

Применяя те же приемы и используя одну белую и четыре черные стойки или наоборот, можно констатировать, что подопытные насекомые не различают этой окраски или что восприятия этого рода не играют роли при возвращении насекомого к пристанищу.

Глава шестая

МИГРАЦИЯ НАСЕКОМЫХ

Мигрируют немногие насекомые, но в это время вся их жизнь кажется охваченной безумием массового скопления. Вес одной взрослой саранчи составляет всего два или три грамма, а в очень скромной по размерам туче саранчи насчитывается более 10 000 *тонн* этих насекомых. Некогда, во времена Кункеля д'Эркуле, считалось, что для ликвидации яиц саранчи, отложенных ею на поле, следует это поле вспахать. И вот Кункель опубликовал фотографии, на которых кучи собранных яиц поднимались выше уровня второго этажа дома! Надо учитывать и то, что этих яиц было оставлено в земле раза в три или в четыре больше.

В Южном Константинуа, когда я мчался за тучей летящей саранчи, мне случилось под тополем, молодую кору и листья которого саранча только что начисто пожрала, до лодыжек увязнуть в экскрементах этих насекомых. Жители Раба, над которым пролетала саранча, целый день не могли выйти из дому, потому что на город падал почти непрерывный дождь экскрементов, пачкающих одежду. После того как мириады саранчи потонули в море совсем близко от Раба, тонны гниющих насекомых заполнили берег, угрожая несчастным жителям чумой или холерой. Надо, как говорится, видеть это, чтобы поверить.

Я намерен подробно рассказать о проблеме миграции саранчи. Эта проблема изучена далеко не полно, хотя «саранчеведческие» изыскания были даже в международном масштабе организованы Противосаранчовым исследовательским центром, руководимым доктором Уваровым. Это всемирно известный ученый, о работе которого здесь стоит сказать.

Уваров и теория фаз. Уваров, русский по происхождению, в 1926 году руководил лабораторией, находящейся непосредственно в зоне нашествия перелетной саранчи (Locusta migratoria). Вокруг так и кишела черная и красноватая саранча—губительница растений. Среди этих насекомых было замечено несколько зеленых особей другого вида Locusta danica. Ученый начал выращивать два эти вида и поместил их личинки в отдельные садки, в которые его ассистент должен был подкладывать свежие растения. В это время Уварову пришлось отлучиться на несколько дней. Когда он вернулся, у личинок уже прошла линька, и каково же было его удивление при виде нескольких черных и рыжих migratoria в садке, отведенном зеленым личинкам danica. Его первым побуждением было выбранить ассистента, который, видимо, плохо закрывал садки и таким образом сделал возможными нежелательные перемещения насекомых. Но тот так энергично оправдывался, что Уваров решил присмотреться к фактам получше. Он вновь стал выращивать насекомых danica, и теперь уже на его глазах произошло то, чему он вначале не верил — превращение одного вида в другой. Помещенные вместе danica уже после первой линьки теряли свою обычную зеленую окраску, чтобы облачиться в черное и рыжее одеяние, характерное для migratoria, и, напротив, изолированные саранчуки migratoria становились зеленоватыми и, по словам Уварова, получали признаки фазы migratoria.

Открытия Уварова вызвали в среде ученых большое волнение. Наблюдатели вскоре обнаружили две фазы у всех видов крупной мигрирующей саранчи, странствующей (Schistocerca gregaria), кочующей (Nomadacris septemfasciata), и у различных австралийских, американских и южноафриканских видов: *одиночную* и *стадную*. Великолепные исследования Уварова повлекли за собой множество других работ, которые их дополнили и уточнили.

Фор опубликовал мастерское исследование о южноафриканской саранче. Индийцы, вдохновляемые замечательным биологом, в то же время являющимся настоящим раджей, Кхан Бахадур Азфаль Хусейном, развернули чрезвычайно интересные опыты. А в это время Золотаревский занимался мадагаскарской, Мистикави и Зохейри — проблемами египетской саранчи.

Выводы накапливались с такой быстротой, что все почувствовали необходимость международной организации и методического распределения между учеными объектов исследования. Было это давно, приблизительно году в 1931, я тогда искал тему для диссертации. И вот антисаранчовый комитет предложил мне взять темой изменение цвета странствующей саранчи в состоянии изоляции и более или менее плотного скопления. Проблема была захватывающей и тотчас же зажгла мое воображение.

Мне вспоминаются далекие дни, проведенные в энтомологической лаборатории при музее, где я тогда работал. На тихой улице Бюффон движение было очень слабое, и каждый день, направляясь на работу, я видел на фронтоне палеонтологической галереи заключенные в овальные рамы портреты ученых-натуралистов прошлого века — Ламарка, Кювье, Жоффруа Сент-Илера. Стану ли я когда-нибудь таким, как они? Я начинал все более и более сомневаться в этом при виде выведенных мною насекомых. Никаких тайн не открывали мне неповоротливые создания с коричнево-красными глазами. Я уже наблюдал пресловутое изменение цвета под влиянием соединения ряда особей и через несколько месяцев работы почти научился сам вызывать это изменение при подходящих условиях. Характерный зеленый цвет одиночной фазы развивался только при полной изоляции.

Мне самому пришлось изготовить (в те времена ассигнования были весьма скудными) двести индивидуальных садков, в которые каждое утро я подкладывал корм... Двести кормлений подряд, если не считать кормления насекомых, содержавшихся группами. Даже если приступать к работе в 8 часов утра, все равно утра было недостаточно. И это продолжалось не один год. Все же, благодаря наблюдениям и, в известной мере, случайным опытам, я начал лучше понимать природу стадных явлений. Одиночные особи превращались в стадные только тогда, когда плотность скопления достигала определенного предела. В достаточно обширном садке и два саранчука оставались зелеными, но в сравнительно небольшом двух особей было достаточно для того, чтобы при следующей линьке на них появились признаки стадной саранчи. С другой стороны, если я хотел, чтобы личинки появлялись на свет зелеными, в одиночной форме, их одиночные родители должны были оставаться возможно дольше изолированными и со-

единиться только в момент копуляции. Всякий остаток стадности у родителей влек за собой остаточную стадную пигментацию у потомства. Наконец, еще раньше я обнаружил в покрове тела саранчи некий коричневый пигмент, принадлежащий к группе омматинов. Этот пигмент отсутствует у особей одиночной формы, но имеется в изобилии у саранчи стадной формы, что позволило мне провести нечто вроде биохимического анализа фаз...

Мне казалось по временам, что я приближаюсь к цели. Но тут разразилась война...

С тяжелым сердцем расставался я со своей саранчой. Я знал, что продолжить мои опыты никто не может, потому что работал я всегда один. Уже видеть решение волнующей биологической проблемы и оказаться заточенным как в тюрьму, среди ненужных и нелепых обязанностей военной жизни. Было от чего прийти в ярость.

Во время беспорядочного отступления я попал в плен, но из лагеря военнопленных мне удалось бежать. Столько французов пережили подобные злоключения, что о них не стоит и упоминать. Но люди науки поймут меня, если я скажу, что по возвращении в Париж моей первой мыслью была мысль о саранче. Я нашел все свое оборудование на чердаке в беспорядке, но в хорошем состоянии: в некоторых садках еще оставались застывшие трупики саранчи.

Я знал, что профессор Рабо из Института Пастера занимался разведением саранчи, и отправился к нему. В глубине его лаборатории, в маленьком садке, вяло шевелилось 12 живых и здоровых насекомых. Мне была вручена пара, одна единственная! Я едва верил своему счастью, потому что тогда сношения с Северной Африкой были невозможны, и не было бы никакой надежды раньше чем через многие месяцы или даже годы вновь увидеть дорогую моему сердцу странствующую саранчу...

Можете себе представить заботы, которыми я окружил эту единственную пару. Когда началась копуляция, которая у саранчи продолжается часами, я ног под собой не чуял от радости. А когда самка стала вырывать в песке своего садка норку для кладки яиц, у меня буквально дух захватило. Наконец, месяцем позднее, вылупились 50 личинок (все они были черными), и стало ясно, что победа за мной. Вскоре разведение саранчи было в полном разгаре, и я, в зависимости от желания, получал ее в одиночной или в стадной форме.

Нельзя сказать, что идеи рождались и развивались также легко.

«Каким же образом,— спрашивал я себя в отчаянии,— моим коллегам удается проверить столько гипотез, когда они ищут разрешения какой-либо проблемы? Неужели мне никогда не овладеть этим мастерством?» Но я, сам того не зная, находился еще на пути к овладению сложной наукой научного исследования.

Я заметил, что одиночная саранча становится стадной, если ее поместить под стеклянный колпачок, находящийся среди других особей в стадной форме, но она оставалась зеленой, если тот же опыт возобновлялся в темноте. С другой стороны, одиночные особи, соединенные на ограниченном пространстве и в темноте, все же принимали окраску стадной саранчи. Наконец, мне казалось, что активность стадной саранчи, столь отличная от апатии одиночных особей, не играет в этом явлении той роли, которую ей приписывают ученые.

Хусейн, в частности, настаивал на том, что одиночные особи можно превращать в стадные, если искусственно усилить их активность. Для этого он сажал их в длинные цилиндры из металлической сетки, помещенные рядом на одной и той же оси. С помощью очень простого приспособления цилиндр периодически переворачивался, и тогда личинка очень геонегативная вновь ползла вверх, чтобы достичь прежнего места, на котором она сидела и которое теперь было вершиной цилиндра. Я построил несколько отличный от приспособления Хусейна аппарат, в котором цилиндры из металлической сетки были заменены полыми деревянными трубочками, которые через регулярные промежутки времени внезапно переворачивались; при каждом повороте я бросал на тело одиночных личинок горсть отрубей, что должно было еще больше побудить их к движению. Было от чего испортиться их характеру, а может быть, даже и покрову!

Увы! насекомые оставались безнадежно зелеными.

Все это представляло собой собрание несвязных фактов. Однажды вечером я вел разговор на эту тему с одной из моих коллег по лаборатории физиологии медицинского факультета, где я тогда работал под руководством Верна. Эта моя коллега была чистейшей воды биохимик, а вовсе не биолог.

«Не вижу, что вам может быть непонятно,— сказала

она мне.— Да ведь это вид ее собратьев заставляет вашу саранчу изменять окраску; об этом убедительно говорят все ваши опыты».

Эта гипотеза сначала показалась мне такой дерзкой, что я энергично стал ее опровергать. Тогда она была слишком рискованной, это теперь мы стали храбрее. Но что говорить! Я, в конце концов, сдался. В самом деле, это была единственная возможная гипотеза. Она объясняла, почему саранча, изолированная под стеклянным колпачком, находящимся среди других особей ее вида, принимала стадную форму, и почему она оставалась одиночной, когда этот же опыт повторяли в темноте...

Но тогда почему одиночные особи, соединенные в темноте, но беспрепятственно оставленные в этом положении, все же принимали стадную окраску? Дело в том, что в этом случае регистр других возбуждений, возможно — осязательных, занимал место зрения и мог полностью его заместить; в психологии животных мы теперь имеем не один пример аналогичной перемены регистров.

Я стал даже понимать, почему мои результаты так отличались от результатов Хусейна! Его саранча, активность которой искусственно возбуждали, была заключена в цилиндры из металлической сетки, то есть *прозрачные*, помещенные рядом на одной и той же оси. Одним словом, насекомые видели друг друга. А в моем приспособлении видеть друг друга им не позволяли деревянные трубочки, так что насекомые были подвергнуты воздействию одного только стимула — активности; воздействие же дополнительных зрительных стимулов здесь не имело места. Увеличение активности было только *следствием*, а не *причиной* явлений, связанных с переходом в стадную форму. Но зрительные стимулы должны были достигнуть какого-то определенного порога, прежде чем вызвать изменения пигментации; вот почему насекомые, помещенные в слишком большой садок, где у них мало шансов встретиться друг с другом, сохраняют одиночную форму.

С другой стороны, не обязательно, чтобы стимулы стадной формы действовали все время. В самом деле, я констатировал, что соединение одиночных особей в течение одного дня из трех или четырех достаточно для того, чтобы на них появилось облачение стадной саранчи.

Специфичны ли зрительные стимулы? Чтобы узнать это, я повторил старый и очень поучительный опыт Фаб-

ра, соединившего личинки неперелетной саранчи с одиночными личинками перелетной. Последние легко приняли стадную пигментацию.

Итак, мои личинки странствующей саранчи были выращены вместе с личинками египетской саранчи, очень распространенного в Северной Африке вида, которому несвойственна миграция. Я соединял их даже с личинками домашнего сверчка или с личинками больших мух, которые проявляют исключительную активность. Как уже наблюдал Фабр, стадная пигментация всегда появлялась в первом случае, но в обществе сверчков и мух саранча оставалась одиночкой. Одиночная особь сохраняла свойственный ей тип пигментации и тогда, когда ее содержали среди высохших трупиков насекомых ее вида, стадных или нестадных, но смонтированных так, что они походили на живых.

Отметим, что египетская саранча, первой принимающая стадную пигментацию, в личиночном состоянии имеет сероватый цвет, отличный от цвета странствующей саранчи. Значит, не цвет, а, без сомнения, определенная форма («саранчовая» форма у большинства представителей этого семейства имеет много общих черт) и определенный тип движения поставляют необходимые для изменения пигментной фазы стимулы. Форма и тип движения представляют, однако, довольно сомнительные категории, если учесть, что личинка, помещенная вместе со *взрослыми особями* своего вида, примет стадную форму, хотя форма и тип движения взрослых особей в высшей степени отличны от формы и типа движения личинок (по крайней мере, для глаза человека).

Я решил попытаться синтезировать эти явления, посадив личинку одиночной саранчи в прозрачную коробочку, находящуюся в центре цилиндра с цветными полосами, составлявшими резкий контраст с фоном. Но, даже насаживая на цилиндр высушенную саранчу, я не пришел ни к какому результату: одиночная особь остается зеленой. Должно быть, непередаваемо трудно уловить и воспроизвести ритм движения. Я даже усложнил опыт и стал содержать одиночную саранчу на огороженном пространстве, образованном из четырех зеркал. Малейшее движение саранчи отражалось зеркалами, но и после этого саранча не стала стадной. Что представляет для насекомого его изображение, видимое им в зеркале? Мы этого не знаем.

Однако кулигу из личинок саранчи можно заставить свернуть с пути, закрыв от них солнце с одной стороны, в то время как с другой им показывают его отражение в зеркале. Точно таким же образом можно сбить с пути и муравьев. Что касается физиологического механизма реакции, то он нам еще неизвестен. Но более чем вероятно, что определенная оптическая схема вызывает секрецию железы, несомненно, corpora allata[1], влияние которой на пигментацию саранчи доказано превосходными опытами Жоли.

Ясно, что, прежде чем достигнуть полного понимания стадных явлений у саранчи, придется разрешить немало проблем. Меняют цвет не только личинки. Например, самец странствующей саранчи при половом созревании принимает великолепную лимонно-желтую окраску. Но это происходит только в том случае, если его содержат вместе с другими особями, а изолированный остается сероватым. В то же время серый самец, содержащийся под стеклянным колпачком среди других особей, остается, в противоположность личинкам, серым. Для того чтобы изменить цвет, ему нужно непосредственное соприкосновение с подобными ему особями. Но когда соединяют самцов с отрезанными антеннами, они остаются серыми. Если ограничиться тем, что покрыть им глаза лаком, они желтеют. Следовательно, в изменении цвета у взрослого насекомого преобладают воспринимаемые через усики раздражения, истинная природа которых пока неизвестна.

Кроме того, мы еще ничего не знаем и о механизме такого любопытного явления, которое можно было бы назвать «половой стадностью»: самки, слишком долго остававшиеся с самцами, дают стадное потомство. И процент черных стадных особей в первой стадии тем выше, чем дольшим был период совместного пребывания родителей.

Стадные явления следует отнести к разряду явлений эффекта группы, очень распространенного у животных. В дальнейшем мы еще вернемся к перелетной саранче.

Роль группы. Двадцать лет назад могло показаться странным, что размер группы особей может влиять на составляющих ее животных. Действительно, в литературе встречались кое-какие разбросанные данные о «воздействии группы», но никому и в голову не приходило

---

[1] Corpora allata (лат.) — так называются железы внутренней секреции, регулирующие метаморфоз. *(Ред.)*

связать их между собой или обратить на них серьезное внимание. Затем Элли (1938 год) опубликовал свою книгу о взаимодействии особей, из которых состоит группа, и научный мир принялся более детально рассматривать эту проблему. Но многие факты, изложенные Элли, например об инфузориях, в своей совокупности образуют, как это убедительно показал Грассе, скорее *«воздействие скопления»* или перенаселения, чем воздействие группы, стадности. Очевидно, когда слишком большое число животных, какими бы они ни были, сосредоточено на слишком ограниченном пространстве, это влечет за собой ряд явлений (огромная смертность и т. д. ..), относящихся скорее к токсикологии. Все знали об этом, и позволительно думать, что дарвинисты имеют в виду явления этого порядка, когда говорят о борьбе за существование. Роль группы в истинном смысле слова проявляется только в тех случаях, когда объединено большее или меньшее количество животных при условии отсутствия перенаселенности и при наличии избытка пищи. Тогда в подавляющем большинстве случаев воздействие группы благотворно для особей, ибо они развиваются быстрее, чем в изолированном состоянии, откладывают больше яиц и т. д.

Как правило, между насекомыми (или другими животными), составляющими группу, может проходить *обмен воздействий без обмена веществ* (пример саранчи) или *обмен веществ без обмена воздействий*, или *одновременный обмен воздействий и веществ*.

Как пример первого случая, приведем перелетную саранчу, а также таких птиц, как голуби. Молочные выделения из зоба самца голубя, служащие ему для вскармливания птенцов, не появляются в изоляции. Ему нужно присутствие другого голубя (неважно какого пола), но вполне достаточно и простого зеркала, отражающего его собственный образ. Развитие яиц у изолированной самки также остается незавершенным и подчиняется тому же условию, что и железы самца.

Довольно редкий случай обмена веществ без обмена воздействий изучен Элли у некоторых рыб, живущих в кондиционированной воде, в которой уже непременно побывали особи их вида. В этой воде содержится вещество, не являющееся витамином и стимулирующее рост.

Чаще можно встретить обмен веществ наряду с обменом воздействий. Я некогда установил, изучая домашнего

таракана (Blattella germanica), что рост изолированных личинок протекает несколько быстрее, чем рост личинок в группах. Но сгруппированные по пять в трубках объемом 35 кубических сантиметров подопытные насекомые растут быстрее, чем изолированные. Таким образом, «жизненное пространство» таракана составляет 7 кубических сантиметров на особь. Следовательно, две личинки на пространстве 14 кубических сантиметров должны бы расти быстрее, чем в изоляции. Опыт подтверждает это. Описанное явление не зависит от какой-то особенности, присущей окружающему воздуху, так как оно имеет место и на сквозняке.

Зрительные раздражения в данном случае играют иную роль, нежели у странствующей саранчи, ибо изолированный таракан, посаженный в стеклянную трубку, находящуюся среди множества других тараканов, не обнаруживает никакого ускорения роста. Вместе с тем сгруппированные по 10 штук тараканы в объеме 35 кубических сантиметров растут медленнее, чем изолированные. Если им отрезать антенны, они догонят в росте изолированных. Отметим, далее, что сильно убыстряют рост примешиваемые к корму, начиная с дозы в 1 процент, экскременты. Ускоряющее вещество растворимо в эфире, теплоустойчиво и специфично. Экскременты других видов тараканов не дают этого результата. Сгруппированные в нормальных условиях, особи, в корм которых входит больше экскрементов, чем в корм изолированных, должны бы расти быстрее. В действительности происходит обратное. Дело в том, что сила тормозящих антенных раздражений намного превосходит ускоряющее рост действие экскрементов.

Всеобъемлющие исследования воздействия группировки были предприняты американской школой Парка и Чепмэна. Вслед за ними множество исследователей проводят наблюдения за плошкой с зерном, в которую посажены чернотелки или Tribolium. Статистическое изучение изменений, связанных с числом этих насекомых, дает ценнейшие сведения о законах роста и об изменении популяций вообще (не исключая и человеческих). Это увлекательная тема, но углубляться в нее я не имею возможности. Все же скажем, что существует определенный оптимум плотности для максимального роста населения.

Чепмэн и Элли доказывают, что оптимум достигается заселением в 0,125 особи Tribolium на грамм муки. Мак

Сейн получил для долгоносиков несколько другие цифры: 2 особи на грамм. Слабая плотность заселения дает худшие результаты, как это происходит, например, у дрозофилы, вследствие недостаточного числа копуляций. С другой стороны, с плотностью заселения возрастает пожирание яиц. Плодовитость самок возрастает пропорционально числу копуляций. Наконец, «кондиционированная» мука (в которой долго жили Tribolium) снижает плодовитость и пожирание яиц, но повышает длительность развития личинок. Тормозящий фактор, содержащийся в кондиционированной муке, должно быть, соединяется с этилхиноном, в изобилии выделяемым Tribolium, но отметим тут же, что он встречается также в кондиционированной муке, в которой жили Rhizopertha, не выделяющие этилхинона. У рыб, напротив, Элли обнаружил в кондиционированной воде фактор, ускоряющий рост. С другой стороны, Ptinus в группах для достижения той же стадии развития требуется больше корма, чем изолированным.

Можно привести много других примеров воздействия группы у общественных насекомых (смотри далее), у сеноедов, тлей и т. д.

Представляется, что воздействие группы более заметно у тех животных, которые встречаются в природе только в изолированном состоянии. Например, Мозебах Пуковский доказал, что рост гусениц многоцветницы протекает одинаково, независимо от того, сгруппированы особи или изолированы одна от другой. Но воздействие группы можно обнаружить и у насекомых, и у животных, образующих плотные скопления: у шелковичного червя, у гусеницы Euproctis. Так что, по-видимому, факт столь замечательного воздействия группы на саранчу представляет лишь один, правда, наводящий на важные соображения, пример круга явлений более общего порядка.

Саранча в природе. Но исследователи не удовлетворяются наблюдениями за саранчой, находящейся в садке. Напротив, огромное количество работ посвящено наблюдению за тучами и стаями саранчи во время ее передвижения. Перейдем сразу же к явлению, которое больше всех заинтересовало наблюдателей. Речь идет о почти неизменном направлении, которое стаи саранчи сохраняют иногда в течение очень длительного времени.

Уже личинки как слепые или как маньяки (это выражения первых наблюдателей) следуют по определенному

направлению, причем остановить их не могут ни вода, ни огонь, ни естественные преграды, которые они огибают или преодолевают. Не было натуралиста, который не поразился бы тем, как миллиарды саранчуков ряд за рядом движутся в костры, зажженные на их пути. Масса насекомых быстро гасит их, и для следующих рядов этого препятствия более не существует. Впрочем, выражение «ряд» не совсем точно, скорее следовало бы говорить о цепи, так как глубина стаи — кулиги не очень велика. Первые ряды чрезвычайно плотны, и личинки даже налезают друг на друга. Но плотность очень быстро уменьшается, и в нескольких метрах далее можно обнаружить только больных или зараженных паразитами насекомых.

Бог знает сколько высказывалось гипотез, чтобы объяснить постоянство избранного саранчой направления: ветер, влияние покатости почвы, солнце и т. д. Я думаю, Кеннеди единственный, кто добился положительных результатов, заставив саранчу отклониться от своего пути, после того, как он заслонил от нее щитом солнце, и, с помощью зеркала, получил изображение солнца с противоположной стороны. И все же я не верю, чтобы солнце или любой другой известный нам фактор могли объяснить *постоянство направления. Ведь если направление движения саранчи постоянно, то этого нельзя сказать о солнце.* Если бы только солнце определяло направление движения, то оно должно бы в течение дня постепенно изменяться, а этого на самом деле не происходит. Довольно модная в наши дни теория допускает, что постоянство направления нельзя объяснить никаким обособленным фактором, но что оно может быть обусловлено сочетанием различных, регулярно или нерегулярно изменяющихся факторов (ветер, солнце). Несмотря на все усилия, я никак не могу уразуметь эту теорию.

К о р с и к а н с к а я   с а р а н ч а. Я много лет провел в лаборатории, наблюдая за саранчой, и знал, что лишен самого существенного: возможности видеть саранчу в естественных для нее условиях. Поэтому я и воспользовался первой же представившейся возможностью поехать наблюдать ее на Корсику, во время очень интенсивного вторжения мелкой саранчи.

D o c i o s t a u r u s   m a r o c c a n u s. Я рассчитывал заняться главным образом изучением факторов, обусловливающих направление. Сначала мы организовали на месте

наблюдение за Dociostaurus, а также за Calliptamus, начинавшими образовывать стаи. Вспоминаются долгие часы, проведенные в полях близ Калакуччи, где наблюдалось пробуждение саранчи, точно соответствовавшее нормам классического поведения саранчовых. Накануне, в сумерки, стаи саранчи рассеялись, и саранчуки забрались на верхушки стеблей растений (это важное обстоятельство, к которому придется далее вернуться). Как только солнце поднялось и температура повысилась, личинки опустились на землю и начали двигаться, но еще вяло; мало-помалу активность их повышалась. Вскоре на верхушках стеблей не осталось ни одной личинки. И вдруг, так внезапно, что невозможно было точно установить момент, движение стаи возобновилось и в том же направлении, что и накануне!

Сидя на земле, остолбенев, созерцал я окружавшую меня саранчу, в то время как вблизи тихонько урчал вентилятор психрометра Асманна. Корсиканские крестьяне, считавшие, что я занят поисками родников, заинтересовались этим странным, жужжащим аппаратом. Воспользовавшись этим, я стал расспрашивать их о путях, по которым движется саранча, что важно выяснить, так как ее вторжения, как правило, повторяются несколько лет подряд.

По словам крестьян, кулиги личинок всегда движутся по одному и тому же пути. Об этом несколько раз уже говорилось. Один из моих учеников — Вюйом наблюдал это явление у живущей на берегу Слоновой Кости мелкой пестрой саранчи Zonocerus. Жаль, что мы не располагаем другими данными по этому вопросу. Старые исследователи, как Ла Бом, утверждают, что саранча всегда спускается вниз по направлению к глубоко расположенным долинам. Я пытался найти соотношение между избранным путем саранчи и отлогостью почвы, но это оказалось невозможным: передвигаясь, саранчуки спускались или поднимались как по ровному пути, не проявляя ни малейшего геотропического предпочтения.

Я решил все же начать добиваться ответа; небольшая стая — кулига как раз передвигалась вблизи от тропинки, у которой я сидел. Я снял с соседней ограды несколько камней и положил их на дороге. Насекомые, думал я, несомненно без труда вскарабкаются на них. Однако они поступили иначе: стая свернула с дороги гораздо раньше,

чем добралась до препятствия, и обошла его без малейшей попытки взять его приступом. Вскоре по другую сторону препятствия саранчуки вновь вернулись к тропинке, по которой шли до встречи с ним.

Что же привлекало их к этой тропинке? Может быть, они шли по какому-нибудь пахучему следу, как муравьи? Но подметание и тщательное выскребывание поверхности тропинки на несколько метров не дали никаких результатов. Может быть, дело в оптических факторах: может быть, стаю привлекает вообще любой удлиненный и лишенный растительности участок почвы? Дальше мы увидим, что эта гипотеза — наиболее правдоподобная.

Но вернемся к каменному препятствию, загораживающему дорогу, и проделаем в нем небольшое отверстие шириной сантиметров в десять. Увидит ли саранча это отверстие? В самом деле, она его видит. Насекомые больше не сворачивают с дороги, и стая теснится, пролезая сквозь небольшой проход между камней. Очевидно, и здесь дело заключается в оптических факторах: поведение насекомого ориентировано светлой зоной (вход), которая находится в центре темной (стена).

Не забудем, что саранча обладает очень развитым зрением, чему в дальнейшем мы найдем не одно доказательство. Этот незначительный факт подтверждает рассказы корсиканских крестьян, уверявших, что саранча часто проникает в сад, окруженный оградой, через калитку, если она оставлена открытой. Правда, в противном случае саранча без труда перебирается через ограду!

Но это еще не проливает света на факторы, обусловливающие постоянство направления. В Калакучче стаи— кулиги саранчи не были достаточно значительными, чтобы представлять хороший объект для изучения, и я перебрался в Аяччо.

В Аяччо я узнал, что вот уже неделю к городу, по дороге с севера, движется громадная кулига пешей саранчи. Я тщетно пытался увидеть начало и конец этой стаи, она, несомненно, имела несколько километров в длину. Здесь были обнаружены те же явления, что и в Калакучче, но еще более ярко выраженные. В некоторых местах заросли маки[1] подступали к самой дороге. Здесь стая скрывалась

---

[1] Маки — густые заросли кустарников на острове Корсика. *(Ред.)*

в кустарнике, и на протяжении нескольких десятков километров ее не было видно. Насекомые как могли пробирались через заросли, и в это время их ориентация была, очевидно, случайной. Но выйдя из кустов, поток саранчи неуклонно двигался в том же направлении. Когда намечались поворот или извилина, половина личинок, огибая препятствие, избирала направление, перпендикулярное тому, по которому двигалась вначале, в то время как вторая половина отклонялась в противоположном направлении. Обогнув с двух сторон препятствие, оба ответвления тотчас же вновь сливались и продолжали свое непреклонное продвижение к Аяччо.

Активность саранчи находилась в тесной зависимости от солнца, от палящего солнца Корсики, которое поджаривало мне затылок в те долгие часы, которые я проводил на ногах, наблюдая за Dociostaurus. Стоило появиться на небе облаку, и движение личинок сразу же приостанавливалось, и они тут же отдельными группами принимались расползаться в разных направлениях. Но как только вновь засверкают горячие лучи, общая ориентация восстанавливается, и кишащая масса вновь устремляется вперед все в том же направлении. Вы скажете, что здесь нет ничего таинственного, что всем известно, какое влияние оказывает на саранчу солнечное тепло. И у нас часто можно видеть, как она блаженно часами греется на солнышке; и всем понятно, что Dociostaurus останавливаются, когда сильные тепловые лучи перестают греть.

Но это не так-то просто! Почва прогрета солнцем до очень высокой температуры, которую я быстро понижаю, соскабливая верхний ее слой (известно, что в земле, являющейся очень плохим проводником, температура с глубиной быстро понижается). *Едва оказавшись на участке холодной земли, саранчуки останавливаются и разбегаются, как если бы по небу прошло облако.* Из этого следует заключить, что активность саранчи сохраняется постольку, поскольку остается неизменным *определенное соотношение* между теплом, исходящим от солнца, и теплом, отраженным нагретой почвой. Стоит измениться одному из элементов этого сочетания (облако заслоняет солнце, соскоблена почва), как движение вперед тотчас же приостанавливается. В одном месте дорогу затеняли высокие и раскидистые дубы, но саранча проникала в зону с густой тенью без колебаний, нисколько не замедляя движения, хотя

здесь температура была, несомненно, ниже, чем на солнцепеке. Ясно, что здесь оба члена соотношения, падающие тепловые лучи и их отражение, изменились вместе, и в поведении саранчи не произошло никаких перемен.

Все же в этом объяснении есть нечто, что меня не совсем удовлетворяет.

Роль зрения. Из этих опытов я почти ничего не узнал о том, как саранчуки после того, как они расползлись в сумерки и взобрались на растения, находят назавтра то же направление, что и накануне. Поэтому я купил банку с быстро сохнущей краской, чтобы новым способом начать допекать своим насекомым. Я взял из самой середины стаи штук пять или шесть саранчуков, покрыл им лаком глаза и глазки. Возвращенные в толпу своих собратьев, ослепленные особи остались неподвижными или направлялись куда попало. Они больше не реагировали ни на один возбудитель, даже на своих товарищей, взбиравшихся им на спинку и перелезавших через них как через какое-нибудь неодушевленное препятствие. Из этого опыта трудно сделать выводы, так как многие наблюдатели доказали, что глаза и глазки представляют собой органы «возбудители», сохранность которых необходима для поддержания уровня нормальной активности.

Бражник Macroglossa stellatarum летает при ярком солнечном свете или при свете сильной электрической лампы, но если мы выключим свет, бабочка падает как камень; в темноте она двигаться не в состоянии.

Саранча, несомненно, останавливается совсем не потому, что для поддержания направления, в котором движется стая, необходимы глаза, но скорее потому, что при отсутствии зрительных раздражений уровень ее активности падает слишком низко для того, чтобы движение могло продолжаться.

Должен честно признаться, что с этим моим мнением не согласен ни один исследователь. Кеннеди и многие другие самое большое значение в сохранении стаями направления приписывают зрению. Именно Кеннеди допускает, что солнце и ветер, сочетая свое действие с влиянием стадной имитации (каждый саранчук склонен повторять движения своих соседей и двигаться в том же направлении, это бесспорно), обусловливают постоянство направления. Правда, существуют, и Кеннеди это признает, неровности

почвы, затененные участки и т. д., которые могут вызвать значительные нарушения обычной деятельности насекомых, но тогда, по-видимому, вступает в действие еще один фактор — стадная инерция (gregarious inertia): тенденция целой группы насекомых сохранять одно и то же направление, не взирая ни на какие индивидуальные прихоти или отклонения. Совершенно ясно, что всякое локализованное нарушение не влияет ipso facto[1] на всю стаю в целом, с ее совершенно чудовищными размерами; стадная имитация, в конце концов, увлекает всех отдельных особей.

Менее приемлема та часть гипотезы, в которой ее автор хочет таким же образом объяснить постоянство направления, независимо от передвижения солнца, которому, по мнению Кеннеди, следует в рассматриваемом явлении приписать главную роль. Совершенно невозможно согласиться с этим, когда таким же образом объясняется возобновление движения в старом направлении после ночного рассеивания. Если бы некоторые особи с более низким порогом активности начинали двигаться раньше других и, в конце концов, увлекали их за собой, то, право же, остается неясным, для чего им проделывать это всегда в одном направлении!

Неизвестный фактор: нечто передающееся через лапки. Я без большой надежды на успех продолжал опыты с отключением отдельных органов чувств. Удаление антенн на Dociostaurus совсем не действует или действует так слабо, что об этом не стоит и говорить. Уничтожение или покрытие лаком широких тимпанальных органов, находящихся у саранчовых на груди, также ничего не дает. Остаются только лапки, которые у насекомых зачастую сплошь покрыты внешнечувствительными органами. Как исключить их, не лишив при этом полностью глаза насекомого роли возбудителей, благодаря которым могла бы иметь место известная повторная ориентация, обусловленная стадной имитацией?

Я отыскал в куче мусора старую коробку из-под сухарей и поместил ее в самую середину кулиги. Затем взял одну личинку и посадил ее в коробку, предварительно прикрытую куском картона, чтобы исключить возможное ориентирующее воздействие солнца. В этих условиях личинка в течение нескольких минут, достаточных для

[1] Ipso facto (лат.) — в силу самого факта, само по себе. *(Ред.)*

опыта, сохраняет активность. *Она ползет в направлении движения всей стаи* и взбирается на находящуюся перед ней стенку. Если осторожно повернуть коробку, то личинка через несколько секунд спускается с той стенки, на которую только что всползала, и ползет дальше в том же направлении, в котором двигаются саранчуки, находящиеся вне коробки, взбираясь затем на противоположную стенку. Если активность личинки, вследствие отсутствия солнечных лучей, не слишком быстро понижается, то этот опыт, с тем же насекомым, можно повторить три-четыре раза.

Неподалеку от меня часть стаи сворачивает с дороги и, начиная обходить какое-то непреодолимое препятствие, движется в направлении, перпендикулярном первоначальному. И вот саранчук в коробке, если перенести его и поместить в центре этой части стаи, будет двигаться в том же направлении, что и она. Значит, что-то, вероятно, исходит от стаи, а не от почвы?

Стоит взять особей с лапками, покрытыми лаком, и явление полностью исчезает. Такие насекомые передвигаются неуверенно и цепляются за любую без разбора стенку коробки. А ведь лапки насекомых особо чувствительны к колебаниям. Особенно у прямокрылых в лапках сосредоточены рецепторы колебаний, обладающие, если верить Аутруму, необычайной чувствительностью (см. главу «Мир насекомых»). Многие прямокрылые, более или менее глухие (в человеческом понимании), все же, по-видимому, воспринимают звуки благодаря осязаемым ими колебаниям, сообщаемым субстрату. Раз так, то характер явления, происходящего в коробке, должно быть, возможно изменить, поставив ее на звуконепроницаемую подушку?

Я сделал толстую, рыхлую травяную прокладку, и что же? Коробка поставлена на эту подушку, и саранча в самом деле теряет направление. Она теряет направление и в том случае, если приподнять коробку над землей, особенно если поднять ее выше определенного уровня. Очевидно, все эти опыты позволяют считать, что колебания субстрата действуют как фактор, воспринимаемый лапками и, видимо, играющий направляющую роль.

Но все еще непонятно, каким образом колебания могут включать указание о постоянстве направления. Или, скорее, каким образом саранча каждое утро вновь находит то же направление. Мы знаем только, что воспринимаемые

органами лапок звуки и колебания могут позволить таким насекомым, как большая зеленая саранча или гладыш, проявлять очень точную ориентацию по направлению к поющему самцу, например, или к живой добыче, колеблющей поверхность воды. Зеленая саранча движется, попеременно перемещая две передние ноги, несущие органы—рецепторы. Эти органы помогают насекомому ориентироваться на источник через разницу в восприятии каждой из двух ног. Насекомое изменяет направление до тех пор, пока возбудители равной силы не будут восприниматься обеими ногами.

Все это, как я говорил несколькими строками выше, не мешает нам еще раз сделать попытку разобраться в таинственной проблеме постоянства направления. Я занимался когда-то одной довольно сногсшибательной гипотезой о *земных токах*, определяющих направление движения саранчовых стай. Направление токов зависит, помимо других факторов, от характера почвы. Однако возможны отступления от нормы. Повсюду, откуда удалось получить более или менее систематические сведения, сообщали, что стаи саранчи движутся из года в год по сходным путям и иногда (я в самом деле наблюдал это у Dociostaurus) направления движения сменяются обратными. Особенно часто это бывает с немногочисленными первичными стаями — кулигами.

По возвращении в свою лабораторию я устроил образующую круг тропу длиной в один метр, покрытую песком. Через нее пропускался непрерывный ток, силу которого можно было произвольно менять. Когда включали или выключали ток, среди странствующей саранчи (в моем распоряжении не было Dociostaurus) начиналось смятение. Здесь не было, впрочем, ничего похожего на известное нам единообразие в направлении движения насекомых. Каждая особь вела себя по-своему. Впрочем, я думаю, что нельзя делать какие бы то ни было выводы, прежде чем лабораторный опыт будет проверен в природных условиях.

М е л к а я п е р е л е т н а я с а р а н ч а и м и к р о м и г р а ц и и. Нам известны все градации между крупными видами саранчи, у которых явление фаз предстает в чистом виде и которые в личиночном или взрослом состоянии могут осуществлять дальние залеты (Schistocerca, Locusta nomadacris и т. д.), и мелкой саранчи,

подчас размножающейся с катастрофической быстротой, но без ярко выраженных фаз и совершающей залеты только на ограниченное пространство (Dociostaurus Calliptamus, Zonocerus).

Один из моих учеников, Вюйом, изучал на Береге Слоновой Кости Zonocerus. Я, как и большинство саранчеведов, надеялся, что, быть может, изучение поведения мелкой перелетной саранчи прольет свет на некоторые темные места в биологии крупных видов. Zonocerus появляются из зарослей кустарника часто в значительном количестве, и об условиях размножения этого вида известно не очень-то много. В обширном парке лаборатории Адиодоподуме, близ Абиджана, Вюйом в течение нескольких лет следил за залетами Zonocerus. Как же это зрелище отличается от залетов крупных видов! Очень медлительные и как бы сонные насекомые даже в стае держатся на относительно большом расстоянии друг от друга. Здесь уже нет толкотни, как у странствующей саранчи. Но время от времени какое-нибудь насекомое одним скачком продвигается вперед, всегда в одном направлении, а другие следуют за ним, иногда через четверть часа.

Zonocerus, как и представители крупных видов, тоже могут в течение нескольких лет двигаться по одному и тому же пути, но для того, чтобы покрыть несколько километров, мелкой саранче зачастую требуется недели две. У этих насекомых мы находим значительную часть особенностей, открытых у крупных видов стадной саранчи, например чрезвычайно развитое, чувствительное, как у всех саранчовых, к малейшему движению предметов и особенно особей своего вида зрение Zonocerus. Вюйом стреляет из трубочки шариками, сделанными из сердцевины бузины в сторону насекомого, и Zonocerus тотчас же делает скачок в направлении снаряда. Его можно заставить заметно отклониться от своего пути. Любопытна наблюдающаяся также у крупных видов стадной саранчи вторичная ориентация: в какой бы позиции насекомые ни очутились после скачка, они тотчас же «исправляются» и ползут в направлении, параллельном тому, по которому двигались до скачка. С другой стороны, Zonocerus вечером также взбираются на растения, чтобы назавтра отправиться в путь в том же направлении.

Что касается факторов, обусловливающих постоянство направления, то, после работ Вюйома, мы знаем на этот

счет о Zonocerus несколько больше, чем о тех же явлениях у других стадных саранчовых.

В самом деле, Zonocerus чрезвычайно чувствителен к значительным неровностям почвы и особенно к большим деревьям. А это-то и объясняет, почему стаи на протяжении ряда лет перемещаются по одной и той же дороге на том же участке. Имеются также основания думать, что Zonocerus (как и майские жуки, изученные Шнейдером) из числа нескольких неровностей почвы или нескольких деревьев «избирают» самые высокие. С другой стороны, совершенно очевидно, что они ориентируются по солнцу, и Вюйом при помощи зеркала легко добился тех же результатов, что и Кеннеди.

Можно, следовательно, допустить, что Zonocerus на протяжении всей своей личиночной стадии развития направляется к одной и той же цели, например к гигантскому бавольнику, одиноко растущему на краю равнины. Им даже не нужно изо дня в день сохранять его в памяти. На рассвете следующего дня, когда личинки спускаются с трав, дерево неизменно стоит на своем месте, и его привлекающая сила все та же. Если его заслоняет какое-нибудь препятствие, то лишь на мгновение, а когда оно более значительно, то и наблюдаются временные или устойчивые изменения направления.

Можно, следовательно, выделить несколько законов, относящихся к действию препятствий: например, личинки, как только могут, стараются ползти по местам, свободным от растительности. Они автоматически взбираются на возвышенные участки. В качестве постоянных ориентиров служат отдаленные предметы, что естественно, поскольку более близкие остаются позади либо в стороне. Как я только что отмечал, здесь есть тесная аналогия с особенностями майских жуков, которые тоже издали направляются к рощам с деревьями, возвышающимися над линией горизонта, независимо от того, могут ли эти деревья быть источником пищи. После скачка насекомое находит нужное направление либо по видимой издали цели, либо по солнцу, и это позволяет ему исправить ошибки в ориентации. С другой стороны, возможно, что отдаленная цель фиксируется посредством imprinting (см. выше) в психике молодой саранчи и может оказывать, таким образом, больше влияния, чем многие препятствия.

Возможно ли более широкое приложение этой гипоте-

вы? Сомневаюсь. Вероятно, она может оказать кое-какие услуги только при изучении таких мелких стадных саранчовых, как Zonocerus.

Личинки крупных стадных саранчовых продвигаются с гораздо большей скоростью, чем Zonocerus, и для них пейзаж в течение одного дня меняется много раз. Мне вспоминаются мои Dociostaurus из Аяччо, хлынувшие на город и двигавшиеся, преодолевая всевозможные препятствия, зачастую полностью закрывавшие от них отдаленные предметы. И все же как неуклонно следовали они направлению всей стаи? И не то, чтобы они были нечувствительны к неровностям почвы (Кеннеди и ряд других исследователей очень убедительно показали обратное), но насекомые перебирались через них и хотя поддавались действию этих препятствий, но не настолько, чтобы забыть свое неизвестно чем определяемое направление.

Итак, поведение крупной стадной саранчи объясняется чем-то другим. Но здесь уже не в первый раз мы наталкиваемся на стену и убеждаемся, что многолетний труд стольких исследователей все еще не разрушил ее.

Уместно напомнить, что постоянство направления характеризует миграции всех животных, идет ли речь о перелетных птицах, о кочующих колониях леммингов или о бабочках и стрекозах. Более чем вероятно, что научное открытие, касающееся одного из этих животных, столь далеких друг от друга, послужит началом значительному прогрессу в изучении всей проблемы.

Словом, в биологии поведения сам предмет изучения, исследуемый объект, будь это насекомое или млекопитающее, может почти не иметь значения! Научная проблема отражает окружающий нас мир, если только исследователь рассматривает его под надлежащим углом зрения.

Надо ли повторять, что я вел речь только о личинках, а вовсе не о крылатых стаях саранчи, чьи перелеты изучались, впрочем, почти с таким же вниманием. Какой исследователь не наблюдал за ними в бинокль, чтобы затем нанести на карту направление их полета? Конечно, ветер здесь играет известную роль, но она все же далеко недостаточна для объяснения всего явления, и мы очень быстро оказываемся в той же колее, что и в случае с личинками.

Как рождается туча саранчи? Вот совершенно иная проблема, в данных о которой у нас нет недостатка. Не будем давать скучного исторического очерка.

Скажем сразу же, что все основано на открытии очагов скулиживания.

Область географического распространения саранчи зависит от того, в какой из двух фаз она находится. Стадные особи только временно занимают район залета, а затем полностью исчезают из него. После того как саранча поднялась, на земле нельзя больше найти ни одного насекомого, не считая больных и хромых. Но вот одиночные особи весь год живут в довольно ограниченных зонах обитания, и именно там они размножаются, в иные годы устрашающими темпами. И здесь-то и рождается саранчовая туча.

В деле открытия и исследования очагов скулиживания прославились Золотаревский, Мюрат, де Лепинэ и несколько сотрудников Уварова.

Значительная часть площади очага скулиживания странствующей саранчи находилась, к большому несчастью, в пределах Рио де Оро, на территории величиной с несколько департаментов. Хотя мы и дорого платили местным жителям за каждое одиночное насекомое, тем не менее нам не удалось собрать их больше нескольких десятков. Schistocerca flaviventris (старое название одиночной фазы) встречалось здесь чрезвычайно редко. И однако (еще одна загадка биологии саранчи) из этих разрозненных насекомых, несомненно, и рождаются тучи саранчи, каждая из которых заключает в себе несколько тысяч тонн живой материи! Возможно ли это? Что касается меня, то я полагаю, что мы об этом еще ничего не знаем, несмотря на бесчисленные гипотезы. Всем им недостает, к сожалению, элементарного экспериментального обоснования. Нет также достаточно глубоких биометрических исследований, построенных на изучении истоков данного явления.

Мы на близком расстоянии наблюдали первичные стаи саранчи, и нам известны многие характерные черты ее размножения. Но я имею в виду другое. В самом начале, должно быть, имеет место рост плодовитости у одиночных самок или уменьшение смертности яиц и молодых личинок. И то и другое, несомненно, зависит от благоприятных метеорологических условий, которые нам приблизительно известны: одно из них, безусловно, соответствует изменению количества осадков в данном очаге скулиживания. Но каким же образом совершается

переход от образа жизни, по всей видимости гибельного для данного вида, так как выживают только единичные особи, к такому возбуждению потенциала размножения, которое не наблюдается ни у какого другого вида животных, кроме кочующих?

Согласен, что к началу фазы размножения пустыня предоставляет саранче более обильную пищу и что ее естественные враги, несомненно, встречаются здесь в это время очень редко. Поворотный момент остается для меня все же загадкой, и ссылка на свойства геометрических прогрессий не может меня удовлетворить. К этому явлению следует приглядеться поближе.

Допустим, фаза размножения пройдена. Одиночные особи — матери произвели на свет многочисленное потомство, которое, в свою очередь, начинает размножаться. Но оно-то (многозначительный факт) не остается похожим на старшее поколение. Пигментация второго поколения саранчи полностью меняется, и насекомые облекаются в «стадное» одеяние. В то же время их активность возрастает, обмен веществ повышается, как это доказали Бутлер и Иннес. Это возможно, во-первых, потому, что насекомые собраны в большом количестве в одном месте, и, во-вторых, потому, что возникает новый фактор: взаимное привлечение. Механизм первоначального скулиживания и взаимного привлечения заслуживает большого внимания, так как оба эти явления послужили поводом для возникновения множества теорий.

Первоначальное скуливание. Для возникновения стадных явлений необходимо, чтобы в одном месте образовалось плотное скопление саранчи. Думается, что этому вполне соответствует тип растительности в очагах скулиживания. Здесь можно встретить лишь кусты, кое-где разбросанные среди скудной, обглоданной травянистой растительности. Кеннеди показал, до какой степени подобные объекты привлекают к себе личинок, направляющихся к ним за несколько сотен метров. Через некоторое время какой-нибудь более высокий, чем другие, куст может отвлечь на себя всю саранчу из прилегающего района. Мы уже обнаружили проявления этой тенденции у Zonocerus, и Вюйом изучил ее более основательно. Один из его самых наглядных опытов состоит в том, что в землю втыкают все более высокие палки, помещая их на таком расстоянии одна от другой, чтобы

саранча могла легко покрыть его одним прыжком. Насекомые, очутившись у самой короткой палки, взбираются на нее, затем перескакивают на следующую, немного более высокую, которую они почти никогда не пропускают. И так до самой высокой. Положение, принимаемое ими на этой палке, не лишено особого значения. Тело насекомого непременно свисает вертикально, головой кверху. Если на конце палки укреплен непрозрачный диск, то насекомое останавливается несколько ниже и так, чтобы быть в наиболее освещенной зоне. Следует принять во внимание также диаметр стебля. Саранча охотнее поднимается на те стебли, которые может охватить ножками, чем на более толстые.

На разветвленном стебле саранча будет исследовать каждую веточку, даже если из-за этого она вынуждена снова спускаться, чтобы оказаться, в конце концов, на главной линии (это напоминает исследовательское поведение тараканов Даршена). По вертикальной спирали саранчуки взбираются медленно и нерешительно. Они как будто испытывают сильное отвращение к постоянному изменению направления и предпочитают перескакивать по вертикали с одного витка на другой. Если спираль вращать, то насекомые сохраняют ориентацию неизменной. Наконец, на спирали, положенной горизонтально, насекомое, добравшееся до вершины одного витка, перескакивает на следующий, не пытаясь спуститься вниз.

В прошлом многие исследователи утверждали, что вечером забираться на деревья саранчу побуждает термотропизм. В самом деле, днем почва теплее, чем слой непосредственно окружающего ее воздуха. Ночью дело обстоит иначе, и разница может достигать нескольких градусов. Инверсия температуры происходит очень резко, менее чем в четверть часа, по утрам и в сумерки. Лично я, будучи на Корсике, убедился, что вползание на растения и спускание с них у Dociostaurus тесно связано с явлением инверсии температуры. Вюйом отметил, что Zonocerus, действительно, взбираются на стебли, когда температура почвы достигает определенного уровня. Однако в очень многих случаях инверсия еще не успела совершиться к моменту подъема насекомых, и температура практически остается одинаковой и на уровне почвы, и на верхушках травянистых растений, на которые преимущественно взбираются личинки. Значит, если возникновение

этого явления зависит от температуры, то, очевидно, на последующие фазы она не оказывает решающего воздействия. Добавим, что Zonocerus вползают на растения по наклонной плоскости. Процент взбирающихся наверх особей достигает 100 только в том случае, если угол наклона достаточно велик. Отметим, что Zonocerus склонен ползти по самой отлогой линии и тем сильнее склонен (в природных условиях), чем больше угол наклона!

Во всем этом видна, как и на тараканах Даршена, вся сложность явления, которое прежние исследователи представляли себе значительно проще. Короче говоря, влечение насекомых к вертикальным стеблям исключительно зрительное. Если геотропизм существует, он уравновешивается другими тенденциями (например, тенденцией к исследованию), которые могут служить ему противовесом. Да вдобавок нужно еще дополнительно вводить другие особенности, связанные со стеблем: его диаметр, его затененность.

Еще раньше весьма сходные явления были обнаружены у многих насекомых, например Прехтом у Carausius. Хундертмарк детально описал поведение молодых гусениц Lymantria dispar, направляющихся к предметам, возвышающимся над линией горизонта, и мы могли бы найти здесь не одну аналогию с нашей саранчой (см. главу «Мир насекомых»).

Думается, не правильно присваивать всем типам поведения название геотропизма, как это делалось некогда в слишком общем плане. На мой взгляд, скорее следовало бы причислить все эти типы поведения к *реакциям на предметы*, которые очень распространены среди насекомых, чему мы уже имеем много примеров. Привлечение к предмету происходит на основе зрительных факторов, а говорить об отрицательном геотропизме позволительно только в том случае, когда ноги насекомого приходят в соприкосновение с возвышающимся предметом. Быть может, было бы справедливее отнести привлечение насекомых предметами к главе о типах исследовательской деятельности?

Взаимное привлечение. Объединение саранчи вначале происходит несколько пассивно, то есть благодаря вмешательству какого-то внешнего предмета. Но после первой линьки окраска молодых личинок меняется и поведение их становится стадным. В то время как одиночная саранча, относящаяся к тенелюбивым на-

секомым, почти не выходит из кустарника, служащего ей защитой от солнечных лучей, стадные насекомые спускаются с растений, когда светит солнце, и прогуливаются по перегретой почве Мавритании. Они залезут обратно на растения или вернутся в тень только в самые жаркие дневные часы. Но прежде всего *они реагируют на присутствие особей своего вида, направляясь к ним.*

Многие исследователи отметили это «взаимное привлечение», но больше всего они были поражены скоплениями саранчи и недостаточно позаботились о том, чтобы отделить действие взаимного привлечения от действия обыкновенного тропизма, например, на тепло. Де Лепинэ видел, как две стаи саранчи направлялись одна к другой, несмотря на то, что между ними находилось возвышение почвы, мешавшее им видеть друг друга. Волконский наблюдал даже, как другая стая издалека двигалась по направлению к пустому садку, в котором раньше была саранча. Эта стая исследовала садок, затем вышла из него и продолжала свой путь. Наконец, Кеннеди и другие исследователи очень верно отметили, что личинка, изъятая из стаи и помещенная на некотором расстоянии, тотчас же присоединяется к ней, даже тогда, когда не видит ее из-за разделяющих их препятствий.

Одиночная личинка может включиться в стаю саранчи и двигаться вместе с ней, как, впрочем, и другие, не мигрирующие виды саранчи. Это доказательство того, что явление взаимного привлечения может проявиться и у этих насекомых. Но если одиночную саранчу отделить от стадных особей, ее поведение будет отличаться от их поведения: она остается неподвижной и вовсе не старается вновь соединиться со стаей. Мы еще не провели достаточного количества опытов для исследования этого столь интересного явления. Думается, что привлечение стаей изолированной стадной особи происходит при помощи не зрительных, а каких-то иных факторов, потому что изолированная особь настигает стаю даже в том случае, если какое-нибудь препятствие мешает ей ее видеть (сравните с опытом с коробкой). В своей лаборатории я попытался поставить один за другим несколько опытов по взаимному привлечению, но безрезультатно. Не думаю, чтобы опыты, предпринимаемые в комнате, могли дать что-либо существенное, так как в этих условиях в поведении саранчи появляется слишком много нарушений.

Вюйом продолжил работу над данной проблемой, на материале Zonocerus, и это, по-моему, первый случай методического изучения этого поведения, который можно привести. Вначале ему удалось, при помощи довольно сложных экспериментальных приспособлений, со всей очевидностью выявить в закрытом сосуде некоторое взаимное привлечение саранчи. Но оно остается очень непродолжительным — личинки расползаются, если опыт длится слишком долго. Это происходит потому, что в употребляющихся для опыта садках активность саранчи намного выше ее активности на свободе. Насекомым буквально не сидится на месте, в то время как в естественных условиях Zonocerus очень спокойное насекомое. И вот Вюйом принял очень мудрое решение: главным образом проводить наблюдения за саранчой на свободе.

Прежде всего он отмечает, что на хорошо возделанном поле, где все растения равной вышины, личинки сосредоточиваются только на двух или трех листках плотными группами. Они их полностью пожирают, затем переходят к следующему листку, потом к третьему, причем все насекомые держатся вместе. Почти невозможно предположить, что здесь два листка, находящихся в таком тесном соседстве один с другим, могут значительно различаться по особенностям микроклимата.

В одном опыте Вюйома на квадрат земли с совершенно однородной растительностью была выпущена саранча. Через несколько часов все насекомые собрались на одном листе. Если покрыть глаза насекомых лаком, взаимное привлечение как бы исчезает, слепые насекомые, искусственно сгруппированные на одном листе, быстро расползаются в разные стороны, чего никогда не делают нормальные, помещенные экспериментатором рядом. Таким образом, представляется очень вероятным, что взаимное привлечение происходит на основе зрения — во всяком случае у Zonocerus.

С к у л и ж и в а н и е. Итак, саранча подчас в огромных количествах собирается на очень ограниченном пространстве. С каждой линькой окраска ее становится все более темной. Позднее самки отложат яйца почти рядом, и вышедшие из яиц личинки немедленно соберутся вместе. Вот в это-то время и начнется перемещение стаями и возникнет типичное стадное поведение. Затем взрослые особи улетят.

У Schistocerca gregaria молодая взрослая особь темно-красного цвета, и нет зрелища, более захватывающего, чем зрелище находящейся в полете огромной красной тучи саранчи, затмевающей свет солнца. Мы не знаем, почему они улетают. Саранча может покидать обильные пастбища, значит, поиски пищи здесь не при чем.

Работы Кея. Таково было довольно простое представление о перелетах саранчи, складывавшееся у нас до последних лет. Одиночные особи почти не покидали кустарников в очагах скулиживания. Когда климатические условия становились благоприятными, число насекомых возрастало в огромных размерах, их окраска менялась, и у них развивался стадный инстинкт.

Многие наблюдатели не замедлили высказать свои сомнения по поводу пригодности такой простой схемы. Они основывались главным образом на анализе строения тела насекомого. В самом деле, во время скулиживания изменяется не только окраска насекомых — меняются также пропорции тела, в частности — размеры переднеспинки и длина задних крыльев и бедер. Очень часто в перемещающейся стае можно обнаружить особей, морфология которых далеко не соответствует стадному типу. До сих пор их называли *переходными*, допуская, что они образуют особый переходный с точки зрения окраски и морфологии тип между стадной и одиночной саранчой. Однако индийские исследователи недавно доказали, что типичные одиночные особи могут совершать залеты на огромнейшие расстояния, такие же, как и расстояния, преодолеваемые стадными видами. Это могло бы служить показателем изменений в расположении очагов скулиживания, которые не так постоянны, как считалось раньше. Ничто не мешает одиночной особи обнаружить во время ее залетов участок, благоприятный для сохранения, а при случае, и для быстрого размножения этого вида.

Кей не так давно подытожил все эти наблюдения над залетами саранчи и прибавил к ним несколько своих собственных. На многих саранчеведов его работа произвела впечатление разорвавшейся бомбы. Эта работа отрицает ни больше, ни меньше как всякую связь между пигментацией и размерами тела, с одной стороны, и способностями к залетам — с другой. Значит, всю проблему миграций, их обусловленности следует пересмотреть с самого начала. И, конечно, не в лаборатории, а в поле.

Все это действует довольно обескураживающе. Ведь мы таким образом снова вернулись к нашему исходному пункту. Вот уже двенадцать лет, как мы полагали, что замечательные открытия Уварова полностью осветили проблему миграций саранчи. А Кей, не отрицая важности теории фаз, ставит нас перед вечной проблемой быстрого размножения и отлета всей массы саранчи, в направлении которого туча будет придерживаться в течение многих дней. Что же такое этот инстинкт миграций, что за безумие овладевает в равной мере как саранчой, так и леммингами или бабочками? Практически мы об этом ничего не знаем, нам предстоит все изучать сначала. Но в науке это случается, и мы, несомненно, достигнем цели.

Миграции других насекомых. Здесь я буду очень краток, так как в том, что касается бабочек и стрекоз, наши знания далеко не достигли еще уровня, к которому мы пришли в изучении саранчи.

Ничто так не напоминает тучу саранчи, как туча бабочек. У Франсиса де Крауссе есть где-то описание ужаса и тревоги, которые он испытал в чаще сингалезских джунглей, когда вместе со своим другом оказался со всех сторон окруженным огромной тучей перелетных бабочек. Друзей положительно душило белое с желтым облако, из тысяч покрытых пушком крыльев, а обувь их вязла в клейкой крови раздавленных бабочек.

Около двадцати видов бабочек можно считать великими путешественницами, способными перелетать на большие расстояния, и среди них, кто бы мог подумать,— мирная капустная белянка. «Мы видели,— говорит Шопар, как белянки в продолжение нескольких часов летели сплошным, раскинувшимся на четыре километра фронтом, и число летящих особей было определено в триста или четыреста миллионов». Впрочем, перелеты белянки наблюдались только в определенных плохо изученных условиях.

О миграциях стрекоз мы располагаем разрозненными сведениями, которые трудно систематизировать.

Интересны открытые у перелетных бабочек Африки и Южной Австралии «фазы» личиночной окраски, соответствующие жизни в изоляции или в группе с другими особями. Фазы эти кажутся совершенно сходными с фазами саранчи. Они, как и у саранчи, несомненно, сложно обусловлены чувственными факторами.

Глава седьмая

ЯВЛЕНИЯ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА. СОБЛЮДЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННЫХ НОРМ И ОБЩЕНИЕ В ОБЩЕСТВАХ НАСЕКОМЫХ

У меня нет намерения прибавить еще один труд к бесконечному ряду томов, посвященных общественным насекомым. Уже собрано фантастическое количество наблюдений, но опытов проделано меньше. Я хотел бы выбрать несколько опытов, потому что они сразу вводят нас в диковинное «общество» насекомых. Если я заключаю слово общество в кавычки, то делаю это потому, что сомневаюсь, разумно ли сопоставлять его с человеческим. Вопреки Эшериху и множеству других специалистов, я все меньше допускаю возможность аналогии между двумя этими обществами. Внутренний механизм общества насекомых представляется мне настолько неизменным, что его справедливее сравнить с организмом, клеточные элементы которого вольны, как лейкоциты, и перемещаются независимо друг от друга.

Танцы пчел. Несколько лет назад в научных кругах распространилось удивительное известие. Австрийский ученый Карл фон-Фриш, известный своими интересными работами по сравнительной физиологии, утверждал, что открыл у пчел некий «язык». По словам фон-Фриша, сборщица, нашедшая источник корма, вернувшись в улей, при помощи танца сообщает другим пчелам сведения относительно направления к нужному месту и расстояния, на котором это место находится. Фон-Фриш занимался пчелами всегда. Двадцать лет назад он описал в различных научных периодических изданиях явление танцев пчел и его возможное значение. Но

эти высказывания не привлекли особого внимания. Для того чтобы быть услышанным мужами науки, требуется много времени, особенно если речь идет о необычных явлениях.

И только после войны о танцах пчел заговорили в лабораториях, причем обычно здесь высказывались уничижительные мнения. Французские биологи, никогда в жизни не изучавшие пчел, не постеснялись говорить о «нелепых бреднях» фон-Фриша. Торпе из Кэмбриджа намекает на «яростные опровержения», выдвинутые его коллегами против утверждений австрийского ученого. Ведь, как мы вскоре увидим, множество основных положений теории снова поставлены здесь под вопрос.

Заслугой Торпе является то, что он сохранил бóльшую объективность, чем его коллеги. Он решил выяснить все необходимое у фон-Фриша прямо на месте работы. «Исследовательское оборудование чрезвычайно просто,— объяснил ему фон-Фриш,— улей с пчелами, за которыми ведется наблюдение, и угломер для измерения углов, образуемых некоторыми фигурами танца с вертикальной плоскостью. Я спрятал в парке несколько плошек с медом и не скажу вам, ни на каком расстоянии они находятся, ни в каком направлении к ним идти, но научу вас читать эти указания в танцах сборщиц. Это дело нескольких минут». Фон-Фриш тотчас же отошел в сторону, оставив несколько растерявшегося Торпе перед сборщицами, которые, в самом деле, танцевали с каким-то неистовством. Затем, взяв угломер, Торпе попытался следовать тому, чему его учил фон-Фриш. «И,— говорит он,— каков же был мой восторг, когда я нашел все плошки, следуя только указаниям, даваемым в танцах пчел!»

По возвращении в Кэмбридж Торпе стал горячим защитником фон-Фриша, а общий взгляд на танцы пчел начал становиться более благосклонным. Другие исследователи,— американские и швейцарские,— повторили те же опыты с приспособлениями фон-Фриша и пришли к тем же результатам. Поэтому теперь и считается установленным, что пчелы передают друг другу такие сложные фразы, как следующая: «Внимание, корм в цветках альпийской фиалки, в 800 метрах отсюда, под углом 40 градусов по отношению к солнцу».

Посмотрим, насколько это возможно, для чего вернемся ко всем первым опытам фон-Фриша.

Решающий опыт, положивший начало всей теории, заключается в следующем: расставим вокруг опытного улья четыре плошки с медом на расстоянии ста метров одна от другой, соответственно четырем странам света. Через некоторое время какая-нибудь сборщица находит одну из плошек, предположим, северную. В это время сборщицу очень легко пометить цветным пятнышком, так как рабочие пчелы, жадно берущие мед, почти нечувствительны ко всем раздражениям. Помеченная пчела возвращается в улей, и через несколько минут к северной плошке подлетают другие сборщицы, но *первой разведчицы среди них нет*. Другие плошки пчелы не посещают, и сборщицы, покидая улей, без малейшего колебания направляются прямо на север. Если тем временем отодвинуть плошку метров на десять дальше, сборщицы собираются на том месте, где она стояла раньше, и явно что-то ищут. Следовательно, разведчица, должно быть, тем или иным способом сообщила пчелам сведения о направлении и расстоянии от источника корма. Уйти от этого заключения нельзя.

Итак, что же делает разведчица по возвращении в улей? Она предается виду деятельности, который был отмечен множеством наблюдателей, не понимавших его значение: она танцует. Она бежит по вертикально стоящим сотам, и ее тело описывает нечто вроде восьмерки, и в то же время она в бешеном темпе виляет кончиком брюшка. Остальные пчелы кажутся сильно заинтересованными ее кружением. Две или три пчелы отделяются от других и проделывают вслед за танцовщицей все ее движения. Затем (и даже до того, как она кончит танцевать) они устремляются из улья прямо к источнику корма.

После многих часов, проведенных перед стеклянным ульем, фон-Фриш разгадал тайну танцев. Его ритм соответствовал одновременно возбуждению пчелы и расстоянию, которое отделяет ее от меда. Чем он ближе, тем более возбуждена рабочая пчела и тем быстрее ритм танца. Это явление можно изобразить в виде кривой.

На прилагаемом рисунке вы заметите, что ось выписываемой в танце восьмерки бывает в какой-то мере наклонна по направлению к вертикальной плоскости. Это второе гениальное открытие фон-Фриша. Он установил, что угол, образованный с перпендикуляром (или, что то же, с направлением силы тяжести), соответствует

другому углу, образованному двумя линиями, одна из которых соединяет улей с местом нахождения добычи, а вторая — с солнцем. Схема поможет понять это явление лучше, чем длинные объяснения.

Итак, сигнал говорит о расстоянии и направлении, но еще одно очень важное указание должно быть дано относительно природы источника корма. В самом деле, ученики фон-Фриша отметили, что наружный покров пчелы

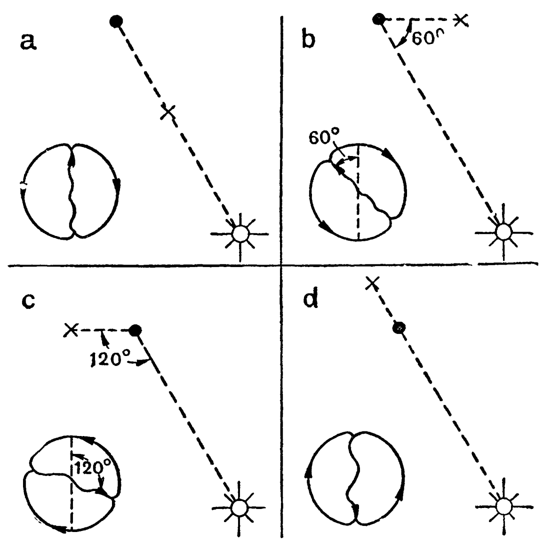


Рис. 25. Танец пчел (по Фришу).

На каждом из четырех рисунков, которые представляют собой четыре различных случая, круглая фигура слева изображает путь, проделываемый танцовщицей на сотах. Справа показаны: в форме звезды — солнце, черная точка — улей, *X* — местонахождение корма.

удерживает запахи гораздо сильнее, чем другие вещества, например дерево, шерсть, кожа. Когда разведчица берет корм на цветке, его аромат пропитывает ее тело, и для нас теперь становится ясным значение поведения рабочих пчел во время танца разведчицы. Повторяя ее движения, ощупывая ее брюшко своими антеннами, они обнюхивают ее (их антенны несут обонятельные органы) и таким образом распознают запах нужного растения.

Но у многих медоносов запах цветков или слаб, или вовсе отсутствует. А разведчица прекрасно может указать расположение плошки с медом или даже с сахарным

сиропом, абсолютно лишенным запаха. Более глубокое наблюдение дает любопытные результаты: кончиком брюшка пчела касается зоны субстрата, о котором сообщает сигнал. И вот выпячивается специальная железа, железа Насонова, и ее-то пахучее выделение (запах которого напоминает запах мелиссы) и пропитывает цветок без запаха или окружность плошки с сахарным сиропом. Во время своего последующего танца разведчица ограничивается тем, что выпячивает железу Насонова. Тогда остальные пчелы будут разыскивать «участок, пахнущий пчелой». Очутившись, благодаря полученным указаниям о расстоянии и направлении в непосредственной близости от этого участка, они обнаруживают запах, который от него исходит. Пчелы находят источник корма без особого труда и даже весьма точно, как это показал фон-Фриш в Мюнхенском ботаническом саду, где корм находился в одной куртинке цветков среди сотен различных видов растительности.

Однако не следовало бы думать, что имеет значение один только запах тела пчелы. Напротив, более важным представляется запах жадно проглоченного пчелой нектара. Это доказывается следующим опытом, проведенным учениками фон-Фриша. Если налить сахарный сироп, надушенный эссенцией альпийской фиалки, в сосуд, спрятанный среди флоксов, то сборщицы, взбудораженные разведчицей, будут искать только альпийскую фиалку, хотя покров разведчицы и пропитан запахом флоксов и наоборот.

Вот перед нами уже довольно сложный тип поведения, но далеко не самый сложный. Когда расстояние очень невелико, характер танца меняется: он заключается в описывании простого круга, в котором уже нельзя увидеть указание на направление. Когда расстояние очень велико, танец очень замедлен и дает только самые общие сведения о направлении. Судя по кривым фон-Фриша, соотношение между ритмом танца и расстоянием, на которое этот танец указывает, становится неточным при расстоянии, превышающем два километра. К тому же, практически это — максимальное расстояние, и пчелы вылетают за его пределы только в случае полного отсутствия корма на меньшем расстоянии от улья.

При всем этом пчела не такая уж мощная летательная машина, и во время полета попутный ветер может

существенно помогать ей, либо, наоборот, встречный может сильно ей мешать. В первом случае ритм танца быстрее нормального, а во втором — медленнее. Сигнал оповещает не столько о расстоянии, сколько о количестве мышечных усилий, которые нужно затратить на его преодоление. Кроме того, думается, что пчела сигнализирует путь к источнику корма, а не от него. Сверх всего здесь имеются некоторые различия в зависимости от породы пчел. Так, сообщая об одном и том же расстоянии, разведчица итальянской породы танцевала бы в более медленном ритме, чем обычная черная пчела.

Пчелы и поляризованный свет ясного неба. Солнце часто спрятано за тучами или за естественными преградами, и пчеле могут быть видны только большие или меньшие клочки ясного неба. Однако она танцует так же, как и в ясную устойчивую погоду. Фон-Фриш наблюдал такой танец в небольшом стеклянном улье с горизонтальным сотом. Здесь ось восьмерочного танца, как компас, показывает направление места нахождения добычи. Это показание не смещается здесь в направлении силы тяжести, как это имеет место на вертикальном соте. Такой «горизонтальный танец» можно наблюдать и на прилетной доске улья, если она достаточно широка. Здесь это происходит в нормальных условиях. Фон-Фриш не замедлил, однако, отметить многочисленные ошибки в танце на горизонтальной плоскости. В некоторых случаях указания о расстоянии были даже совсем бессвязными. Фон-Фриш довольно долго искал причину этого, пока, как это часто бывает, незначительный случай направил его по верному пути.

Ошибки происходили главным образом тогда, когда стеклянная стенка улья долго оставалась во время наблюдений обращенной к безоблачному небу и ничем не закрытой. Если использовалось красное стекло (пчелы, как мы знаем, не видят красного цвета), или когда рабочие пчелы не имели возможности видеть за стеклом небо, указание направления всякий раз было абсолютно правильным. Дело в том, что сигнальная система должна действовать в темноте (исключение составляет, как мы сейчас это увидим, время роения). Если свет внезапно проникает через стеклянную стенку улья, он вызывает вторичную ориентацию, и пчела путает этот сигнал с сиг-

налом о направлении, которое разведчица должна указать. Но ошибки случаются только при ясном небе. Их не бывает, если небо покрыто белыми облаками. Более того, если прикрыть окно улья пластинкой поляроида из пластического вещества, уничтожающего все световые колебания, за исключением колебаний в одной плоскости, и вращать эту пластинку, то можно заставить пчел делать в сигнале какие угодно ошибки.

Следовательно, надо было искать направляющую веху в поляризованном свете ясного неба. Давно известно, что поляризация света, испускаемого ясным небом, меняет направление и силу в зависимости от места, которое занимает относительно солнца рассматриваемая часть небесного свода. Физический институт Граца, города, где работал фон-Фриш, без труда изготовил ему небольшой анализатор, позволяющий всякому хоть сколько-нибудь опытному наблюдателю по любому участку ясного неба определить положение солнца на небе. Аппарат состоял из восьми равнобедренных треугольников, наклеенных на стеклянную пластинку в виде розетки, так что плоскость поляризации света была параллельна основанию каждого треугольника. И вот, наблюдая какой-либо участок небесного свода, мы обнаруживаем резкие различия, обусловленные положением солнца по отношению к данному участку.

Теперь исследуем глаз пчелы, так как он-то, должно быть, и играет роль анализатора. Он откроет нам все свои тайны благодаря чудесному аппарату, который ученые сумели заставить себе служить. Я имею в виду катодный осциллограф (см. главу «Мир насекомых»). Аутрум накладывает на нервные волокна глаза пчелы тончайшие электроды и освещает поляризованным светом только один омматидий. Результат получается значительно отчетливее, чем при обычном свете той же силы. И, в самом деле, представляется, что каждая из восьми клеток ретинулы[1] (по образцу восьми частей поляроида, сделанного физиками Граца) проявляет чувствительность к плоскости поляризации. Благодаря этим восьми клеткам пчела и ориентируется в ясном небе.

---

[1] Сетчатка сложного глаза состоит из ретинул; ретинула — это ретинальные, эпителиальные клетки омматидия вместе с зрительной палочкой — рабдом. *(Ред.)*

Штокгаммер использовал восприятие пчелами поляризованного света, чтобы продрессировать их на посещение плошки с сиропом, отмеченной только пучком поляризованного света, в то время как контрольные плошки были освещены обычным светом. Глаз человека, разумеется, не видел здесь никакой разницы.

Тот же тип чувствительности, о котором до опытов фон-Фриша никто не подозревал, другие исследователи обнаружили у муравьев, у мясных мух и у мечехвоста. Представляется даже, что у некоторых больных, страдающих аномалией глаз (букет Гейдингера), можно найти некоторую чувствительность к поляризованному свету.

Проблемы ориентировки и общение у пчел. Но не все, далеко не все разъяснено в способах общения у пчел. Например, пчелы не любят летать над холмами, а предпочитают огибать их. Фон-Фриш однажды поместил свой наблюдательный улей возле одной горы в Тироле, где он летом работал. Плошка с обычным медом была отделена от пчел горой. Пчелы легко ее нашли. Но, усердно наблюдая их танцы, австрийский ученый обнаружил одно поистине ошеломляющее явление: разведчицы, как и полагается, указывали направление, соответствующее прямой линии, протянутой от улья к плошке сквозь гору, ритм же танца соответствовал действительному расстоянию, которое пчела пролетала *вокруг* горы! И это не мешало завербованным пчелам тотчас же, как только они получали мобилизующий их сигнал, утремляться по направлению к плошке, описывая ту же кривую, что и разведчица. В настоящее время это неоднократно проверенное явление не получило пока никакого объяснения.

Добавим еще, что пчелы также легко отыскивают корм по различным вехам и сигнализируют об этом другим и при постоянно покрытом облаками небе, хотя свет белых облаков нисколько не поляризован. Одно время фон-Фриш думал, что пчелы могут распознавать инфракрасный силуэт солнца, который, в самом деле, виднеется сквозь облака, как в этом можно убедиться с помощью фотографических пластинок, чувствительных к указанной длине волны. Но гипотеза эта еще не обоснована экспериментами, а исследования, предпринятые в Граце, показали, что невозможно выдрессировать пчел

на инфракрасный свет[1]. Все пчеловоды знают, что во время главного взятка пчелы вылетают в сумерки и даже глухой ночью, чтобы собрать больше нектара! Они как будто без затруднений находят свой улей, хотя мы знаем со времени Вольфа и многих других исследователей, что они ориентируются только визуально, по зрению.

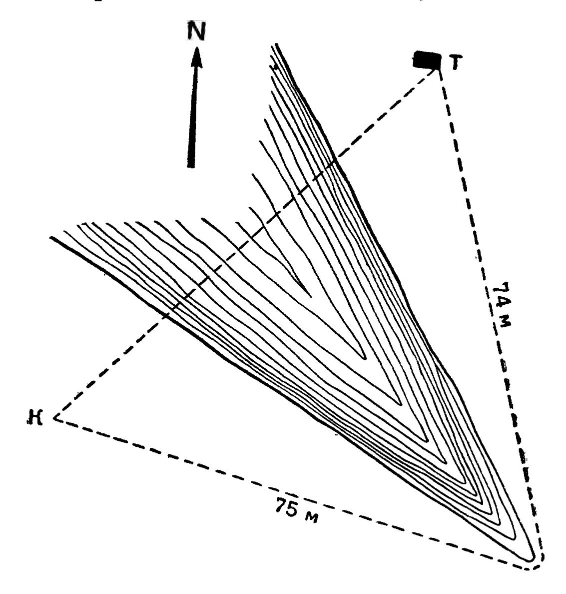


Рис. 26.

Пчелы помещены в *T* и, чтобы прилететь к корму *K*, должны обогнуть холм, их танцы указывают направление *TK*, а также и расстояние в 74+75 метров, которое они фактически покрывают.

Это обстоятельство и некоторые другие признаки позволяют предвидеть неизбежность глубокой переработки теории фон-Фриша, и он первый допускает такую возможность. Этот небольшого роста глухой и молчаливый человек, в ореоле славы гения, не скрывает от себя, находясь в своем далеком Тироле[2], что все его открытия

[1] Совсем недавние исследования фон-Фриша как будто показывают, что в этом случае пчела отыскивает местонахождение добычи по ультрафиолетовой части спектра. *(Прим. автора)*

[2] В последние годы профессор Карл фон-Фриш работает в Мюнхене (ФРГ). *(Ред.)*

послужили ему только для того, чтобы он мог яснее почувствовать ограниченность своих познаний.

Другой тип общений: строительство восковых сотов. Медоносные пчелы и другие общественные перепончатокрылые, как шмели и пчелы Melipona, делают восковые ячейки, в которых они складывают свой корм и воспитывают расплод. Это всем известно. Но о технике такого строительства известно гораздо меньше. Реомюр и Маральди обнаружили, что шестигранная форма ячеек позволяет с минимальной затратой материала получать самое емкое вместилище. Но как осуществляют его пчелы?

Франсуа Губер пытался проследить приемы пчел-строительниц. Это чрезвычайно трудно, так как они скопляются в плотные и почти неподвижные массы. В центре этой массы, производящей воск, температура очень высока и может превышать 34 градуса. Выделение воска происходит на так называемых восковых зеркальцах между члениками брюшка. Рабочая пчела снимает с себя пластинку полупрозрачного воска, когда та совершенно готова, формирует ее при помощи выделения специальных слюнных желез, выходит из толпы подруг и присоединяет пластинку к начатому сооружению. И вот мы уже близки к пределу познаний, мы почти ничего больше не знаем о загадочном плане, который, как может показаться, втайне принят всеми рабочими пчелами.

Мой ученик Даршен специально занялся изучением вопроса об улочке, то есть о расстоянии между сотами. Известно, что оно почти постоянно, во всяком случае тогда, когда пчел не беспокоит никакое препятствие. Поместим очень близко к одному соту лист вощины: строительницы почти тотчас же заинтересовываются им и начинают отстраивать его, но в то же время они строят новый сот, *отодвигая его* от висящего рядом старого, с тем чтобы восстановить нормальный просвет. Тогда Даршен прикрывает сот куском картона и, к своему большому удивлению, наблюдает обратное явление: теперь оттягивавшийся лист вощины пчелы *приближают* и плотно прижимают к картону. Впрочем, это часто наблюдали пчеловоды: когда какая-нибудь крайняя от стенки рамка находится ближе чем надо к другой, пчелы пристраивают ее вплотную к деревянной стенке. Даршен осуществил далее еще более поразительный опыт. Он покры-

вает свой листок картона тонким слоем воска, и все же пчелы упорно продолжают придвигать вощину и прижимать ее к картону! Следовательно, пчелам нужна поверхность не только восковая, но с *выделанными в ней ячеями*, для того, чтобы они стали восстанавливать улочку, принятую в их постройках.

Но каков внутренний механизм этих действий? Участвуют в них одна или несколько строительниц? Исследуем, что дала бы первая гипотеза (одна строительница ответственна за соблюдение правил в целом).

Мы вынуждены предположить, что эта единственная рабочая пчела воспринимает просвет между сотами и оказывается способной восстановить его, если расстояние нарушается. Это восприятие не зрительное, так как в улье царит темнота. Оно бесспорно не осязательное, так как просвет между сотами слишком велик и строительница постоянно отделена от рамок с сотами толпой других пчел, двигающихся во всех направлениях. Может быть, оно обонятельное? Но каким образом расстояния порядка нескольких миллиметров могут быть распознаны при помощи обоняния? И потом, запах воска должен был бы восприниматься отчетливо, несмотря на бесчисленных пчел, которые окутывают его кишащим покровом.

Может быть, речь идет об ультразвуковом исследовании типа эхолота? Читателю, недостаточно знакомому с пчелами, эта гипотеза может показаться нелепой и не имеющей никакой ценности. Но совсем недавно Роз, Саворнен и Казанова обнаружили, что от улья почти непрерывно исходят ультразвуки. Впрочем, сейчас еще невозможно утверждать, что они играют здесь какую-либо роль и даже что пчелы обращают на них какое-нибудь внимание (хотя мы видели выше, что такие насекомые, как муравьи и прямокрылые, могут испускать ультразвуки). Но распознавание расстояния между рамками посредством эхолота представляется очень трудным: каким образом могла бы пчела различать эхо, отдающееся от сота, и другие звуки, исходящие от тел ее подруг, перемещающихся на соте?

Это сложная проблема. Даршен еще не смог разрешить ее, но он придумал несколько приспособлений, которые могут содействовать более ясной постановке вопроса. Например, он помещает между сотом и ненормально близко поставленным от него листом вощины

широкий лист металлической решетки, не оставляющей никакого прохода между двумя половинками улья. Однако обычный порядок в улье не нарушается, а лист вощины оттягивается, отодвигаемый от слишком близкого сота.

Приходится допустить, что в определении расстояния участвует несколько пчел, так как одна пчела не сумела

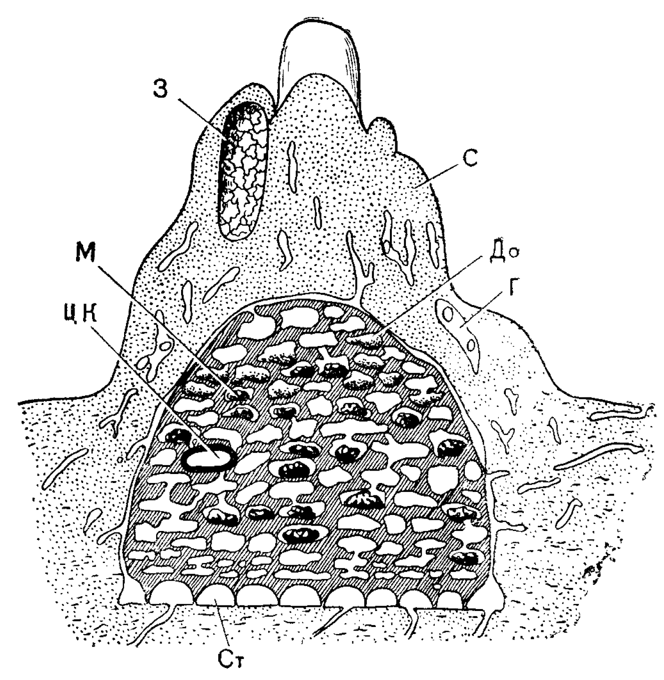


Рис. 27. Термитник (по Грассе):

ЦК — царская камера; *М* — грибница; *З* — загадочные пузырчатые новообразования; *С* — стена; *Г* — галерея; *До* — куча древесных опилок; *Ст* — столбы.

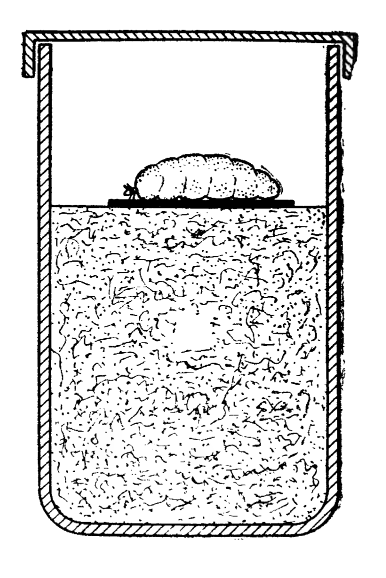
бы охватить оба условия задачи — сот и лист вощины; а информация относительно расстояния, которое нужно соблюдать, поступает сквозь металлическую решетку.

Не следует ли видеть передаточный элемент в гирлянде пчел-строительниц? Что происходит в среде этих неподвижных пчел, сцепившихся ножками, образуя плотные грозди вокруг нового строящегося сота?

Проблемы строительства у термитов. Всякий знает термитов как неутомимых строителей.

Может быть, меньше известно, что иные гигантские термитники в Африке занимают площадь более чем в 100 квадратных метров и возвышаются на три или четыре метра в высоту. Но это выходит за пределы моей темы, и мы займемся самой архитектурой гнезда, а не его размерами. Один бельгийский исследователь Дене с увлечением занимается изучением этой архитектуры, о которой фотографический снимок говорит лучше, чем длинное описание. Мы просто удивляемся, глядя на эти ошеломляющие и в некотором роде никчемные сооружения. Другие допытываются, каким образом термитам удается воздвигнуть эти постройки.

Грассе специально изучил постройку царской камеры. Это ячейка очень правильной куполообразной формы, которая укрывает царицу термитов, в несколько тысяч раз большую, чем рабочие термиты. Вынем ее оттуда вместе с горстью ее слуг и несколькими кусочками сухого дерева и поместим на дно большого кристаллизатора. Смятение скоро стихает, и рабочие исчезают под деревянными частичками, чтобы заняться каким-то загадочным делом. В это время бледная огромная царица чуть-чуть подрагивает. Погрузим все в темноту, так как термиты не выносят света. Время от времени экспериментатор поглядывает на



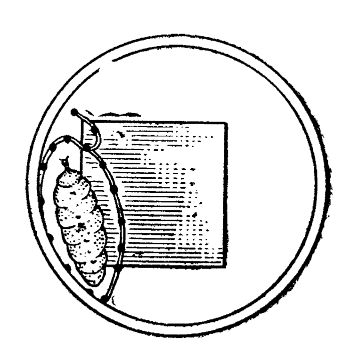


Рис. 28. Перестройка камеры над царицей термитов, изолированной на куче стружек и опилок (наверху).

Термиты окружают ее столбами, затем правильным сводом, который вскоре совершенно ее скрывает (по Грассе).

ход строительных работ и констатирует, что они подвигаются довольно медленно. Почти ничего нельзя различить, кроме беспорядочно воздвигаемых разобщенными группами рабочих вокруг царицы неправильных столбов, иногда с начатком свода.

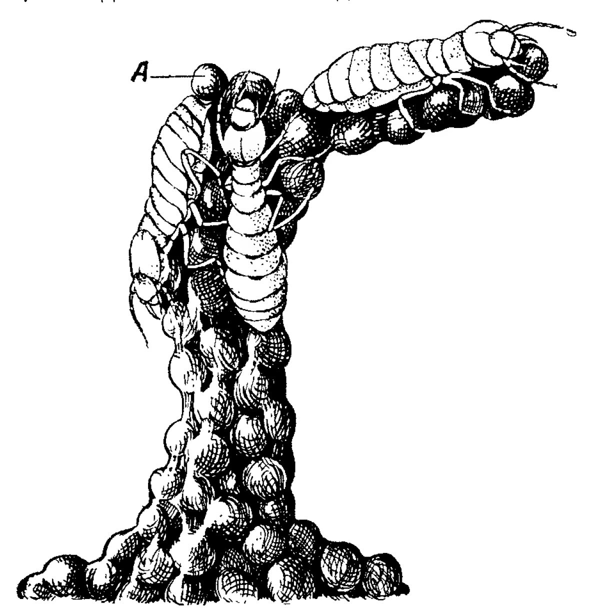


Рис. 29. Термиты за постройкой (по Грассе).
А — шарик экскрементов.

А часов через десять царица оказывается под очень правильным сводом. Толщина его не превышает нескольких миллиметров, однако две половины встречаются как раз над царицей.

Нужно ли при всем этом напоминать, что термиты совершенно слепы? Мы ничего не знаем о чувствах, обуревающих это крошечное племя и побуждающих его дружно возводить свои сооружения, подклеивая к стойкам, как бы случайно, без системы шарики из экскрементов — свой единственный строительный материал. А между тем, в результате этих, с виду случайных действий, две половины возводимого ими свода смыкаются с точностью до одного миллиметра.

Грассе, исследуя термитник, открыл еще один, почти столь же поразительный, образчик коллективного строительства. Это необычные конические столбы толщиной иногда более чем в два обхвата ладонью, безупречно отполированные. Особенность их заключается в том, что они ничего не поддерживают, так как их острие не касается почвы. Это скорее сталактиты, нежели столбы. Но так и остается загадкой — как же эти крошечные работники смогли с точностью мастера создать такие огромные, безукоризненно правильные предметы? И зачем было их сооружать? Какой реальной полезностью для термитника они обладают?

Восстановление гнезда у муравьев-ткачей. Несколько лет назад мне пришлось побывать на Береге Слоновой Кости близ Абиджана, у огромной лагуны Эбриэ. Эти места — рай для муравьев-ткачей или Oecophyllae. Они посещают главным образом кофейные плантации. Иногда их бывает такая масса, что негры отказываются работать на сборе кофе. Едва сборщики коснутся веток, как свирепые муравьи набрасываются на них. Они сразу же вонзают свои острые челюсти в кожу людей, изгибаются, и при этом из кончика их брюшка брызжет в ранку капля яда. Они настолько агрессивны и проворны, что даже кочевые муравьи, самые страшные черные бестии, перед которыми обращаются в бегство все обитатели зарослей, и те стараются избегать стычек с ними.

Гнездо Oecophyllae состоит из листьев кофейного дерева, соединенных шелком. Но об их строительной технике рассказывают столько чудес, что я просто изнемогал от нетерпенья, так мне хотелось скорей все увидеть своими глазами.

С величайшей поспешностью я, ценою нескольких весьма ощутимых укусов, захватил гнездо и унес его в большую лабораторию Адиоподуме, где тогда работал.

Стояла удушающая жара, и послеполуденный смерч поднимался в вихрях черных туч над свинцовыми водами лагуны Эбриэ. Но работа Oecophyllae была настолько ошеломляющей, что она позволила мне забыть об атмосфере турецкой бани, царящей вокруг. Я осторожно отогнул два листа гнезда — красный поток разъяренных рабочих муравьев тотчас же затопил всю поверхность гнезда. Но порядок незамедлительно восстановился.

Несколько самых крупных рабочих муравьев уперлись в листья и, вытянувшись насколько хватало сил, впились челюстями в другой лист. Сейчас же началось притягивание, и два края отверстия заметно сблизились. Через несколько секунд еще один рабочий муравей, держа в челюстях личинку, взобрался на тягачей. Он начал быстро касаться то одного, то другого края отверстия своей личинкой, оставлявшей каждый раз тончайшую ниточку, прикрепленную к листу в точке касания. Очень

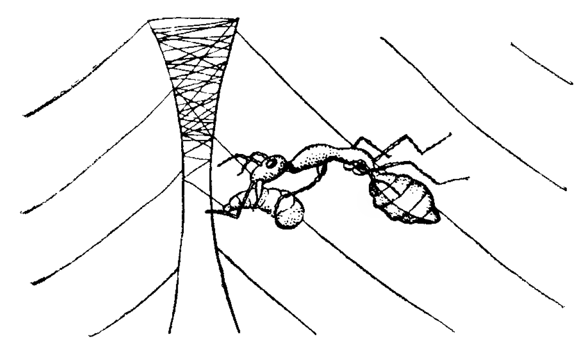


Рис. 30. Муравей-ткач держит свою личинку, которая выпускает нить «пряжи».

быстро, движениями, напоминающими движения ткача, когда он запускает челнок, маленький работник создавал шелковую ткань, становившуюся с каждой минутой все плотнее и плотнее, а тягачи в это время не ослабляли своих усилий. Они ушли только тогда, когда ткань была настолько прочна, что их работа стала бесполезной.

Двенадцать раз подряд я раздвигал листья и уничтожал плоды муравьиных трудов, и двенадцать раз они исправляли повреждение. А я все продолжал удалять щипчиками всех появлявшихся на поверхности ткачей, и тотчас же на месте исчезнувшей вставала новая артель, так что, в конце концов, мое терпение истощилось.

Но я еще раз потревожил муравьев. Не очень-то легко в природных условиях изучать процесс строительства гнезд, поэтому я решил заставить их сшить мне одно гнездо «на заказ, по мерке». Я послал своих помощников-негров собрать мне несколько гнезд, затем, быстро разобрав их в стеклянном садке, стряхнул всех муравьев.

На мою долю выпало при этом изрядное количество укусов, и вскоре руки у меня были в крови, но другого способа не было.

Тогда я дал муравьям пару листьев, причем именно таких, какие счел подходящими. И вот волнение мало-помалу улеглось. Рабочие муравьи собрали рассыпанные яйца и личинок и сгруппировались вокруг них. Эта вступительная фаза воссоединения всегда предшествует у общественных насекомых всякой подлинно общественной деятельности. В этом мы убедимся на последующих примерах. Затем муравьи обнаружили лист, подвешенный над ними, и их разведчики очень долго бегали по нему. После этого они приступили к переноске яиц и личинок на место будущего гнезда. Через два-три часа и рабочие, и личинки, и яйца были уже сконцентрированы в намеченном пункте. И вот, с виду совершенно независимо друг от друга, они захватывают лист за край и притягивают его так, что он покрывает кучу личинок и яиц. Ни разу ни один из них не потянул лист в обратную сторону или за другой край.

Удалим всех тягачей в этой стадии работы. Как я уже говорил выше, на их место сейчас же встанут другие. И вот что удивительно: они займут почти точно те же места. В этом можно убедиться, отметив места, где находились первые тягачи. Чтобы заставить заместителей изменить прежнее расположение, пришлось отрезать ножницами полосу вдоль края, за который держались первые тягачи. Возможно, что выделения слюнных желез, оставленные на листе первыми работниками, привлекают их сменщиков и побуждают их впрячься в работу именно на том же месте.

Подкладываю муравьям два положенных рядом листа. Неизменно, яйца и личинки оказываются сложенными между листьями, края которых начинают сближать рабочие муравьи. Тягачи появляются при этом на противоположных краях листьев в одно и то же время. Это означает, что они должны были одновременно отправиться из заинтересованного «центра», образованного скоплением личинок, яиц и кормилиц.

Тяга прилагается главным образом к краям листьев. Во многих случаях она осуществляется не непосредственно, а через обрывок шелка, прикрепленный к середине листа, через кусочек, оторванный от его края, а зачастую

и через тело другого муравья, уцепившегося челюстями за край листа.

В столь сложном поведении только одно и является твердо определенным — *направление тяги.* Она всегда производится так, чтобы прикрыть личинки и яйца. Но *способ* достижения этой цели через обрывок шелка, кусочек листа или тело другого муравья совершенно неопределен. То же мы наблюдаем и у ткачей. Можно было бы предположить, что они прикрепляют шелковую нить непременно к краю или хотя бы поближе к краю листа. В действительности же точки прикрепления разбросаны как попало. Я даже встречал «муравьиные полотна» шириной с ладонь, они покрывали без видимой пользы всю поверхность листа.

Заметим, что в этом проявляется какая-то огромная приспособляемость поведения. Да, оно обязательно должно быть гибким, косности здесь нет места. Ведь не найдется, быть может, двух листьев кофейного дерева, которые были бы совершенно одинаковыми и совершенно одинаково расположенными по отношению один к другому. А встречаются гнезда, состоящие из трех, четырех и даже шести листьев, сложенных без всякой системы. Муравей-ткач может даже, если к тому его вынудит искусство экспериментатора, построить гнездо из длинных тонких листьев масличной пальмы Elais, хотя они и очень отличаются от листьев кофейного дерева.

Здесь мы опять встречаемся с той пластичностью и усложненностью поведения, которая, честно говоря, каждый раз открывается нашему взору, едва мы пристально приглядимся к насекомым. Даже невозможно определить, какой фактор или группа факторов неизбежно вызывает возникновение тяги. Все, что я могу сказать, — это то, что она прилагается к краям листьев, а не к средней их части, и всегда производится в определенном направлении. Я даже прикрепил обрывок шелковинки к средней части листа, и муравьи стали изо всех сил тянуть его, но — любопытный факт! — в разных направлениях, как будто старались оборвать шелковинку.

Мне пришлось преждевременно прекратить исследования Oecophyllae из-за укусов, которыми они добросовестно осыпали мои руки, и из-за того, что в ранках начиналось уже воспаление, вызванное климатом и огромным потоотделением, ослабляющим эпидерму. А между тем

многое еще нужно было уточнить, много еще опытов оставалось проделать! Вот, например, опыт, которого я так и не успел поставить: вытряхнув колонию муравьев из гнезда, дать ей лист, сложенный, скажем, по продольной линии. Причем муравьи могли бы, разумеется, перегнуть его с тем же успехом по поперечнику или скомбинировать два направления. Затем опять стряхнуть их и дать им другой лист. Тогда выяснилось бы, сохранят ли они память о первом «решении» задачи или будут решать ее заново. И еще много интересных задач можно было бы поставить перед Oecophyllae.

Транспорт и «взаимопомощь». Не знаю почему некую школу французских механицистов начинает лихорадить, едва по отношению к общественным насекомым произносится запретное слово вроде «взаимопомощь». Во главе этой школы стоит весьма заслуженный ученый Рабо, много лет назад занявший позицию, оборона которой в наши дни уже невозможна. И так как он, сидя в этой крепости и считая ее неприступной, дожил до старости, ему, право, очень трудно теперь покинуть ее.

По мнению Рабо, общественные насекомые не устанавливают между собой каких-либо особых отношений. Каждое из них и в колонии действует так же, как в одиночку, повинуясь тропизмам, не связанным с присутствием их собратьев. Эта теория может показаться абсурдной, но нужно честно признать, что в 30 годах, когда Рабо изложил ее, она принесла свою пользу. Тогда нам не давали возможности высказать свое мнение наивные виталисты, утверждавшие, что в мире животных и в обществах насекомых все совершается в интересах высшего порядка, в интересах организма и в интересах колонии.

Таким образом они подрезали крылья научному толкованию явлений. Ведь все было к лучшему в этом лучшем из миров, и оставалось только восхищаться им. И вот против этих сторонников того, что «на дыне есть полоски, чтобы семье удобно было делить ее за обедом», Рабо выступает со всей силой своего темперамента. Для него почти не составило труда доказать этим отсталым людям, что они не обладают ключами от секретов мироздания и что существует множество странных фактов, которые либо не поддаются объяснению, либо со всей очевидностью не относятся к проявлениям приспособленности. Следовательно, никак нельзя было настаивать на том,

что здесь речь идет о приспособляемости, которую к тому же во многих случаях и определить то было невозможно.

На этом этапе Рабо заслуживает только одобрения и благодарности за ту большую услугу, которую он оказал биологии. Но вдруг сразу же после победы он впадает в ту же ошибку, что и Леб, и при этом считает себя обладателем того самого ключа, которого нет и у противников. По его мнению, в мире живой материи (как и в неорганическом мире) всем управляет случайная прихоть химических соединений, в которых переплетаются между собой живые молекулы. Другими словами, миром правит случайность. Жизнь слепа, движется ощупью, всегда находится на грани смерти из-за того, что неприспособленность преобладает над приспособленностью. В частности, действие тропизмов, слепых и автоматических, не имеет никакого отношения к благу особи.

Мы уже не раз слыхали такие решительные заявления. Но теперь все или почти все стали более рассудительны. Ведь никто еще не держит в руках заветного ключа. Да если бы даже мы его и имели, мы, право же, не знали бы, что с ним делать при современном уровне наших познаний. Слишком еще примитивны эти познания, чтобы можно было с такой уверенностью сказать, что являет собой мир и чего он собою не являет.

Как же далеко мы ушли в сторону от вопроса о взаимопомощи муравьев, скажете вы. Не так уж далеко, ибо, если бы наличие этой взаимопомощи было доказано, то тем самым была бы поколеблена прочность теории об отсутствии общественной организации у насекомых. И сделались бы ясными отношения, существующие между особями, входящими в такую организацию.

Я ведь уже говорил, что в самом ничтожном вопросе, если рассматривать его под соответствующим углом, отражается вся вселенная.

Мне казалось, что если ученые спорят относительно наличия взаимопомощи у животных, то это объясняется отсутствием правильного истолкования этого термина. Такое истолкование может быть только объективным, учитывая, что все ожесточение спора порождено тем, что ортодоксальные механицисты воображают, будто противоположная им школа предполагает наличие сознания, будто бы муравей, увидав собрата, изнемогающего при

переноске тяжелого груза, решает, после некоторого размышления, оказать ему помощь. Едва ли нужно говорить, что ни о чем подобном и речи быть не могло! Мы не располагаем пока никакой возможностью узнать, что думает муравей и думает ли он вообще. И если бы, случайно, он действительно что-то «решал», то мотивы его решений были бы крайне далеки от наших.

Мне показалось, что можно рассуждать следующим образом: если два муравья вместе несут одну ношу, получается ощутимая экономия в затрате времени на преодоление известного расстояния по отношению к тому времени, которое потребовалось бы, если бы муравей был один. В данном случае мы скажем, что имеет место «взаимопомощь», не предугадывая внутреннего механизма этого явления.

Я выбрал для опыта одну из аллей в старом саду, где провел свое детство. Мы с братом называли ее «муравьиной аллеей», потому что в течение тридцати лет в совершенно определенном месте через нее переправлялись муравьи. Это были известные Formica rufa, собирающие для постройки своих гнезд несчетные количества сосновых иголок. Наши муравьи почти доверху набили этим материалом заброшенный погреб в низинке, и когда мои родители захотели опять использовать его, садовнику пришлось проработать целое утро, вывозя на тачке плоды муравьиных трудов.

Я тщательно расчистил в зоне движения муравьев полоску длиной 30 сантиметров и поставил на ней вешки. После некоторого колебания муравьи начали ее пересекать без всякого затруднения. Был август, и множество ос гудело в саду. Все осы были одного размера и почти одного веса и потому представляли идеальный груз для муравьев. Итак, я расположился посредине муравьиной аллеи, держа в руках блюдце с запасом ос.

Все было не так просто, и после трех недель ежедневных наблюдений, длившихся по 4—5 часов, я еще ничего не узнал.

Когда муравей наталкивается на мертвую осу, он сначала делает прыжок назад, затем со всяческими предосторожностями приближается к ней, совершенно так же, как кот подкрадывается к мыши. Он ощупывает добычу антеннами, затем влезает на нее и обходит по всем направлениям.

Это *фаза открытия*, предшествующая *фазе тяги*. Добычу хватают за антенну или за ножку. Если рельеф местности благоприятен, тяга происходит очень быстро. Но если встретится препятствие, муравей начинает беспорядочно дергать добычу то вправо, то влево, часто меняя точку приложения силы тяги. После бесконечных и как бы совершаемых вслепую попыток он, большей частью, преодолевает затруднение.

Предложим теперь другому муравью добычу, в которую уже впрягся его собрат. Для этого достаточно приподнять пинцетом и ношу, и носильщика и поставить их прямо на пути рабочего муравья, возвращающегося в гнездо. Здесь помогает то, что муравьи этого вида неступленно впиваются в свою добычу и ни за что не разожмут челюстей, раз уж они их сомкнули.

Итак, два муравья тянут одну осу, а я, держа в руках секундомер, наблюдаю за ними и волнуюсь: получится или не получится экономия во времени при прохождении моей 30-сантиметровой дорожки? Да! И это экономия, достигающая 50 процентов! Право же, такие минуты вознаграждают вас за все скучные часы, потраченные на наблюдение за существами, вечно делающими что-нибудь прямо противоположное тому, чего вы от них ожидаете.

Продолжая опыт, я сумел впрячь в одну осу трех и даже четырех муравьев. Но, когда присоединяется третий, экономия снижается, четвертый же совсем сводит ее к нулю. Здесь-то и наблюдается поведение, описанное некоторыми авторами, говорившими о том, что муравьи тянут груз каждый в свою сторону, самым анархическим образом. Я попробовал также заставить их перетаскивать очень тяжелые ноши, например по 3—4 связанных вместе осы. Результаты не были особенно интересными. Запрячь ли двух или четырех муравьев, экономии времени все равно уже не получится и по всей видимости царит самая полная анархия: муравьи могут тянуть груз даже в противоположную от гнезда сторону! (Правда, это длится недолго, и в конце концов добыча всегда доставляется к гнезду.)

Тут я спохватываюсь: ведь я оказался, как говорят инженеры, за пределами проекта. Наблюдение, длившееся несколько часов, показало, что два муравья переносят грузы только известной величины, не выше веса осы. Редко также приходилось видеть, чтобы добычу

таких размеров тащило больше двух муравьев, и никогда не приходилось видеть за такой работой четырех. Следовательно, я не придерживался физиологических границ, когда предлагал слишком тяжелые ноши или составлял слишком многочисленные упряжки. Из-за этого результаты опыта и не поддаются анализу.

Значит, вероятно, действительно существует какая-то «взаимопомощь», то есть, повторяем, ускорение общественной работы, когда два рабочих муравья вместо одного впрягаются в один груз. Разумеется, не следует спешить с обобщениями. Наблюдение велось только над одним видом муравьев. Грассе описал у Oecophyllae такие явления, как дергание ноши в разные стороны, многократная перемена направления тяги и т. п., которые как будто бы указывают на отсутствие взаимопомощи.

Возможно, что взаимопомощь проявляется лишь в определенных условиях. Возможно также, что у этих муравьев, так хорошо согласующих свои усилия при постройке гнезда, только в этом случае и имеет место общественная взаимопомощь.

Разделение труда. С очень давних пор известно, что не все пчелы несут одни и те же обязанности. Например, молодые рабочие пчелы остаются в улье, и только старые вылетают за взятком. Немецкий ученый Реш подошел к этой проблеме вплотную! Изучив сравнительную анатомию желез рабочих пчел, он прежде всего увидел большие различия в их величине и степени развития.

Молодые рабочие пчелы выкармливают личинок и выделяют воск. Соответственно, их головные и грудные железы, выделяющие корм для личинок — «молочко», очень объемисты и активны. С другой стороны, восковые железы начинают в изобилии вырабатывать воск одновременно с притоком нектара в улей. Недели через две все эти железы атрофируются, и пчела готовится к вылету. До конца своего существования она будет посещать цветки. Тогда Реш среди дня переставляет улей так, чтобы сборщицы не могли найти летка. Для этого достаточно передвинуть улей на несколько метров. А на прежнее место он ставит улеек, снабженный сотом с расплодом, без единой взрослой пчелы. Таким образом у него получается два улья — один с одними только старыми пчелами и личинками и другой, в котором есть только

молодые рабочие пчелы — кормилицы и строительницы, но нет сборщиц.

Реш сделал таким образом открытие, установив обратимость процесса развития желез. Если бы направление этого процесса было незыблемо, пчелы обоих ульев оказались бы обреченными на гибель. Но, после безумного смятения первых мгновений, колонии реорганизуются.

Железы молодых пчел атрофируются раньше положенного срока, и они вылетают на 8—10 дней раньше нормы, чтобы приносить нектар и пыльцу и спасти таким образом семью.

Что же касается старых пчел во втором улье, то в их организме происходит еще более удивительный процесс: атрофированные уже молочные железы снова развиваются, и потомство получает почти нормальный рацион личиночного «молочка».

Упоенный своим открытием, Реш составил себе вполне твердое мнение о распределении обязанностей у пчел. Они сначала бывают уборщицами, затем кормилицами, строительницами, выделяющими воск, летными сборщицами. Каждая из этих категорий соответствует определенному возрасту; отклонения возможны лишь в тех случаях, когда улей внезапно лишается какого-нибудь разряда работниц.

Но вскоре немецкий ученый Линдауэр и японский ученый Сакагами[1], работавшие в одно время, но совершенно независимо друг от друга, нарисовали нам иную картину общества пчел. В работах Реша был показан своеобразный переход границы при смене обязанностей, а между тем рабочие пчелы переходят из одной категории в другую гораздо легче, чем предполагал ученый. Причем молодая рабочая пчела может прекраснейшим образом стать сборщицей, не поработав предварительно строительницей. Может также случиться, что, попав в другой участок улья, отличающийся от того, в котором пчела обычно жила, она начнет заниматься деятельностью, совершенно несходной с той, которой она занималась на старом месте.

Например, хотя всего за час до этого она была кормилицей, она может сразу сделаться строительницей,

---

[1] Первые уточнения выводов Реша сделаны были советским исследователем Л. И. Перепеловой. *(Ред.)*

если там, где она находится, есть слишком много кормилиц. Впрочем, если понадобится, она с такой же легкостью снова станет кормилицей.

Не следует забывать и о тех, весьма многочисленных пчелах, занятых, по выражению фон-Фриша, ничегонеделанием и проводящих часы в полной неподвижности, забравшись в пустые соты.

Подводя итог, можно сказать, что, по Линдауэру и Сакагами, скорее потребности семьи, нежели возраст, определяют разделение ее населения на разные категории работниц.

Честно говоря, «потребности семьи» — понятие весьма туманное. В чем они выражаются? Посредством каких связей может, например, избыток нектара вынудить кормилиц стать строительницами? Почему, когда матка откладывает яички в изобилии, кормилицы встречаются среди пчел всех возрастов, кроме самых престарелых? Мы пока только слегка приподняли завесу над этими процессами, и нам предстоит еще глубже изучить их во всех подробностях.

Общественные тропизмы. Способность пчел реагировать группой это, быть может, самое удивительное из всего, что привлекает наблюдателя к пчелиному племени. Сколько раз, чувствуя себя буквально ошеломленным, смотрел я, как рой возвращается в пустой улей! Перед этим я стряхивал рой на землю с прилетной доски. Килограмма полтора-два пчел рассыпались кишащей массой, из которой слышалось интенсивное шуршанье. И вдруг, через несколько минут, характер этого звука меняется: несколько пчел проникло в улей, а другие застыли в неподвижности на посту у щели летка. Они яростно машут крыльями, брюшко у них приподнято и благодаря этому видна желтоватая железа Насонова, выступающая валиком на одном из последних члеников. Они *бьют сбор*, как говорят пчеловоды. Эти «трубачи» образуют иногда двойную цепь, задний ряд которой повернут к улью и окружает рой. Почти тотчас же поток пчел вливается в улей. Достаточно нескольких минут, чтобы все собрались в новом убежище, из которого все еще несется торжественный призыв на сбор, не прекращающийся до тех пор, пока полностью не будет размещена вся колония. Иногда он длится целые полчаса.

Это зрелище, которое не может наскучить.

В ящиках для роев, которыми пчеловоды пользуются при торговле пчелами (очень развитой!), пчелы всегда образуют большую гроздь, подвешенную к потолку. Зендлер исследовал собранные таким образом рои и коллективные тропизмы.

Рой всегда повисает на самой высокой стенке и предпочтительно на той, которая сделана из шероховатого, покрытого воском дерева. Стекло рой не приемлет. Он может прикрепиться и к наклонной поверхности, но предпочитает горизонтальные плоскости. Разницы в наклоне, равной 10 градусам, уже достаточно, чтобы вызвать изменения в поведении роя.

Рой может быть привлечен маткой, заключенной в клеточку, положенную на дно. Таким образом можно вызвать столкновение между привлекательной силой матки и отрицательным геотропизмом. В результате рой находит среднее решение и, не меняя места своего прикрепления, выбрасывает отросток, своеобразную ложноножку, протянутую к клетке с маткой. Если на дне стоит несколько клеток с матками, появляется ряд сталактитов, опускающихся к этим клеткам. Однако в некоторых случаях рой предпочтет удовлетворить одновременно и свой отрицательный геотропизм, и свое влечение к матке, особенно если форма садка позволяет ему это. Оторвавшись от верхней стенки, он повиснет на середине боковой, таким образом сильно приблизившись к матке.

Но что же заставляет пчел собираться в грозди? Решая эту проблему, мой ученик Леконт проделал ряд интересных опытов. Он впускает несколько сот пчел в ящик, объемом примерно равный улью, и ставит на дно ящика две клеточки из металлической сетки с двойными стенками, причем в одной из них находятся пчелы, а другая пуста. Все фазы образования гроздей регистрировались фотоаппаратом через каждые пять минут.

Сначала среди свободных пчел царит величайшее смятение, затем образуются небольшие группы, сливающиеся в одну. И только в этот момент возникает «групповой тропизм», мало-помалу пчелы, прижавшиеся друг к другу, начинают приближаться к клеточке из металлической сетки, в которой сидят пленницы. Они садятся на нее сверху, цепляются одна за другую, образуя гроздь вокруг клетки. Двойные стенки исключают какой бы то ни было обмен кормом между рабочими пчелами, находя-

щимися внутри клетки, и теми, которые собрались на ее поверхности. Следовательно, привлечение не сводится к хемотропизму осязания, а обусловлено, по-видимому, и обонянием. Во всяком случае, если убить нескольких пчел и сразу же положить их в клеточку, окажется, что они уже не обладают привлекающей силой. Случайно Леконт подметил также, что гроздь не образуется, если клеточка не касается дна ящика, причем безразлично, подвешена ли она на нитке или поставлена на ватную прокладку.

Следовательно, выступает на сцену еще один фактор — колебательный. Достаточно поставить клеточку на ладонь, чтобы ощутить сильные колебания. И одних этих колебаний также недостаточно для того, чтобы привлечь пчел. В этом можно убедиться, посадив «трубачей» в плотно закрытую металлическую коробочку. Она весьма ощутимо вибрирует, а все-таки при соприкосновении с ней пчел гроздь не образуется.

Наконец, Леконт пришел к синтезу, положив на эту же коробочку только что убитых пчел, которые в предыдущем опыте сами по себе не оказали никакого действия. Тогда группировка происходит в зоне, где оказываются объединенными два фактора — колебательный и обонятельный. Колебания производятся мускулами крыльев, они равны примерно 30 Hz, но Леконт не смог воспроизвести их искусственно. Несомненно для того, чтобы они оказались действенными, нужно много дополнительных звуков, которых мы не можем создать.

ОБЪЕДИНЕНИЕ; ТЕОРИЯ СВЕРХОРГАНИЗМА

Конечно, очень странно, что так часто семья реагирует подобно единому целому. В силу этого одна старая теория, принятая многими учеными, утверждает, что мы имеем перед собой не общество животных, подобное человеческому, а организм нового типа.

«Пчелы,— говорит Бергсон,— представляют собой единый организм в прямом, а не в переносном смысле». Эта теория только с виду кажется странной, но если вдуматься в нее, то станет ясен не один непонятный факт. В частности, в функциях пчелы-одиночки и пчелы в группе столько различий, что они, можно сказать, не имеют ничего общего. Для того чтобы убедиться в этом,

лучше всего рассмотреть их поочередно, что мы и сделаем.

Продление жизни. Самым важным является то, что пчела (так же, как муравей или термит) не может прожить одиночкой. Когда-то, вместе с Грассе, я изучил это явление. Нас удивила легкость, с какой погибает общественное насекомое, оказавшееся изолированным. В несколько дней исчезает больше половины разобщенных, изолированных пчел, тогда как оставшиеся вместе выживают. В некоторых случаях недостаточно даже сгруппировать две-три особи, чтобы достичь заметного продления их жизни. Впоследствии я повторил во всех подробностях эти опыты на пчелах. Добавление к корму витаминов (таких, как пантотеновая кислота) заметно удлиняет жизнь одиночек. Кроме того, если они могут хоть немного, хотя бы через густую металлическую сетку, общаться со своими живущими группой сородичами, это оказывается достаточным для того, чтобы жизнь их достигла нормальной продолжительности. Но если одиночки отделены от группы *двумя* слоями металлической сетки, не допускающими обмена кормом, они очень скоро гибнут. Следовательно, этот обмен необходим для жизни. Некоторые работы Гайдака из университета в Миннезоте разъясняют нам природу обмена. В организме молодых пчел содержится значительно больше витаминов группы В, чем в организме старых пчел. С другой стороны, мы видели, что добавление витаминов (и именно витаминов группы В) к корму одиночек удлиняет срок их жизни. Следовательно, весьма вероятно, что обмен заключается в витаминизированном корме, скорее всего в «молочке», которое могут выделять только молодые пчелы.

Дыхание. Дыхание изолированной пчелы не представляет собой ничего такого, что особенно отличало бы ее от других насекомых. Обмен веществ идет довольно активно и сильно повышается во время полета. То же наблюдается у жуков и у бабочек

Перейдем теперь к изучению улья в целом, и все изменится. Погружая тонкие зонды в самую сердцевину массы пчел, мы легко извлечем пробы внутреннего воздуха. И вот с крайним изумлением мы устанавливаем, что испорченный воздух образует скопления, в которых содержание углекислого газа может превышать 3 процента (напоминаю, что в атмосфере оно едва достигает 0,2 про-

цента). Содержание же кислорода в них также понижено. Нужно сказать, что углекислый газ как будто бы не очень стесняет пчел. Им часто пользуются в лабораториях, чтобы усыплять многих насекомых, например, перед хирургическим вмешательством, и при этом легко добиваются анестезии на четверть часа и дольше без всяких неприятных последствий для подопытных особей. Но пчелы (если только не продержать их долго в чистом углекислом газе) остаются неподвижными всего лишь в течение нескольких минут и сейчас же возобновляют свою нормальную деятельность.

Как же в таком случае обстоит дело с *вентиляцией*, которую наблюдал Франсуа Губер и которая способна в некоторых случаях заставить сильно отклониться пламя свечи, поставленной у входа в улей? Она, действительно, имеет место в некоторых случаях, но отнюдь не относится к числу постоянных явлений. Например, если вы подойдете к улью в майский вечер, в разгар взятка, то услышите гул, производимый сильной вентиляцией. Длинные ряды рабочих пчел, повернувшись в сторону летка, заняты тем, что машут крыльями. Делают они это не столько для того, чтобы освежить воздух в улье, сколько для удаления излишка воды из нектара.

Можно также быстро ввести в улей литр чистого углекислого газа — сейчас же послышится характерный гул и сильная струя воздуха вырвется из летной щели. Вентиляция настолько действенна, что зонды, введенные через несколько минут после того, как она началась, позволяют установить значительное *снижение* процента углекислого газа — теперь он составляет не более 0,5 процента. Но, подчеркиваем, *улей не вентилируется нормально* и *постоянно*. В обычное время скопления испорченного воздуха, которые не могут свободно распространяться, так как они обязаны своим происхождением пустотам в слое пчел, иногда сильно стиснутом между двух сотов, медленно и нерегулярно уничтожаются по мере перемещения пчел.

Поддержание определенной температуры. Речь идет о явлении чисто социального порядка, которого не найти у изолированной пчелы, относящейся, как и все насекомые, к пойкилотермным, то есть холоднокровным животным. Температура ее соответствует температуре окружающей внешней среды. Исключение

составляют только такие особые обстоятельства, как полет. Во время полета температура грудной полости может подняться до 40 градусов и выше вследствие интенсивной деятельности мускулатуры крыльев. Но и это является обычным для многих летающих насекомых.

Однако, изучая поведение пчелы при наличии тепловых раздражений, Леви и Рот наблюдали странное явление. Они применяли установку с термопреферендумом, которую иногда называют тепловым прибором Гертера. Это длинная медная пластинка, подогреваемая с одного конца и охлаждаемая с другого, так что получается тепловой измеритель. По правде говоря, наблюдения за одиночной пчелой, введенной в такую установку, не дают ничего особенно интересного. Как и всякое другое насекомое, она устраивается в известной зоне (термопреферендум) между двумя тепловыми полюсами. Но стоит ввести в аппарат *несколько* пчел, и все сразу меняется: они бессистемно перемещаются в нем до тех пор, пока не соберутся в небольшие группы *без всякого отношения* к тепловым измерениям. Очень тонкий термометр, введенный внутрь группы, отмечает всегда одну и ту же температуру: от +31 до+32 градусов, то есть температуру пчелиного гнезда. Иначе говоря, уже очень небольшая группа рабочих пчел (десятка три) оказывается способной создать свой собственный климат точно так же, как это делают пчелы в нормальном улье. И температура субстрата, будь то 10 или 40 градусов, не играет никакой роли. Впрочем, в зоне, лежащей ближе к высшему пределу, группа, если она слишком слаба, не может долго поддерживать свою собственную температуру. Тогда начинается вентиляция, в которой принимают участие все пчелы, а затем группа распадается.

Трудно найти столь выразительный пример в других областях деятельности насекомых.

Напомним, что *выделения* из организма полностью прекращаются в группе пчел: пчела в улье никогда не освободит свой кишечник, даже если вследствие долгого затворничества он переполнен так, что вот-вот лопнет.

Примеры *социальных тропизмов* мы уже видели, разбирая работы Зендлера и Леконта. Одиночная пчела не так отчетливо геонегативна, то есть не так явно избегает соприкосновения с землей, как рой. Точнее говоря, это трудно установить, так как она находится в чрезвычай-

ном возбуждении. Она проявляет очень сильную *положительную световую реакцию*, в то время как группа пчел реагирует на свет скорее отрицательно или совсем не реагирует. Особенно поучительно в опытах Леконта то, что пчелы *образуют группу* еще прежде, чем направятся к клеточке на зов «трубачей».

Критическое число. Интересно также отметить, что различные социальные функции проявляются лишь тогда, когда соберется определенное, неодинаковое для каждой функции число пчел. Легче всего вызвать *разделение труда*. Оно может проявиться тогда, когда собираются только две пчелы, как это отметили, каждый совершенно самостоятельно, Милошевич и Рубо.

Агрессивность, сказывающаяся в форме нападения на чужака, проявляется лишь при наличии не менее десяти пчел (Леконт; см. главу III).

Развитие яйцевых трубок у молодых, только что вышедших из личиночной стадии пчел происходит должным образом лишь в группах, состоящих не менее чем из двадцати пчел (Пэн, 1953).

Термогенез (выработка тепла, характерная для группы пчел) требует тридцати пчел (Леви и Рот, 1953).

Социальные тропизмы (привлекательная сила «трубачей», сидящих в клеточке) проявляются только тогда, когда число пчел достигает 50 (Леконт).

Продолжительность жизни сколько-нибудь нормальна лишь в группах, насчитывающих по меньшей мере сто рабочих пчел (Шовен, 1952).

Теория сверхорганизма. Попытаемся отвлечься от привычного понятия о рое и представить себе пчел как организм нового типа. Эти живые существа, место которых на одной из верхних ступеней эволюции, могут быть сопоставлены с животными класса губок, занимающими одну из низших исходных ступеней ее. Сравним их с устойчивым организмом, полости которого заполнены скоплениями газов с большим содержанием углекислоты, в котором сильнодействующий механизм вентиляции работает лишь от случая к случаю. Обмен некоторых веществ, например витаминов или различных питательных веществ, по всей вероятности, высокоактивен. Никсон и Риббандс дали шести пчелам радиоактивный фосфор. Через 24 часа 40 процентов всего населения улья (составляющее до 40 тысяч пчел) было радиоактив-

ным. Это яркий показатель активности обмена питательными веществами внутри сверхорганизма. Организм этот — двуполый (ведь в каждом улье есть самцы и самка), но двуполость эта носит сезонный характер, так как самцы исчезают с наступлением холодов. Он обладает органами защиты (сторожевые пчелы), органами, выделяющими воск (строительницы), и своеобразной маткой (масса кормилиц), внутри которой расплод развивается до конца стадии куколки.

Такая концепция интересна только в том случае, если ее можно применить, то есть если она подсказывает новые опыты,— таков закон науки. Какие же гипотезы можем мы построить, исходя из теории сверхорганизма?

Эта теория явно приводит к перемещению интереса с матки на семью в целом. Матка уже не «царица», а просто-напросто — орган воспроизводства. А взгляд на семью как на двуполый организм может подсказать ряд опытов. Что, например, случится, если изменить равновесие за счет женского элемента или наоборот?

В первом случае (при изъятии матки) мы постепенно придем к небывалому возрастанию количества самцов, так как у старых рабочих пчел разовьются органы яйцекладки и они будут откладывать неоплодотворенные, а, следовательно, дающие самцов, яйца. Рост рождаемости самцов в короткий срок приведет семью к гибели. Мы меньше знаем о возможных последствиях усиления женского элемента улья. Однако Ковтуну[1] удалось с помощью искусной техники добиться сожительства в одном улье нескольких плодоносящих маток, в результате *прекратилось рождение трутней.* Столь любопытные результаты должны заинтересовать исследователей, которым было бы полезно продолжить эти опыты.

С другой стороны, в каждом организме есть тенденция к *возмещению наносимого ему ущерба.* С тех пор как открыт метод искусственного роения, пчеловоды узнали, с какой быстротой может восстановить свои потери сильная семья, у которой отняли половину ее состава. Принято считать, что слишком большое число рабочих пчел приостанавливает развитие и не оставляет матке места для яйцекладки.

---

[1] Ф. И. Ковтун — советский пчеловод-опытник, работает на Украине. *(Ред.)*

Так ли это? Располагаем ли мы данными о систематически проводившихся опытах, при которых семье предоставляли бы все пространство, какое может ей понадобиться, измеряя при этом быстроту ее роста? Почему, с другой стороны, лист вощины, вставленный прямо посреди сотов с расплодом, в несколько часов оказывается превращенным в сот и засевается яйцами, тогда как во всяком другом месте для этого зачастую требуется несколько дней? Не существует ли здесь, как и во всех организмах, зон, где способность к восстановлению достигает максимума?

Наконец, вполне вероятно, что существуют «нервные» центры, из которых исходит та или иная общественная регулировка. Одним из них, строение которого было бы очень важно изучить, является *тепловой центр*, особенно заметный на маленьком клубе. В нем наблюдается теплая зона с температурой в 31—32 градуса, иногда ограниченная несколькими сантиметрами, окруженная большим скоплением пчел с гораздо более низкой температурой. Матка не обязательно находится в самой теплой зоне. Не имеем ли мы здесь дело с очень точной регулировкой температуры, исходящей всегда от одних и тех же рабочих пчел, особенно чувствительных к температурным колебаниям?

Будущее и экспериментаторы покажут нам, достаточны ли классические концепции пчелиной семьи для объяснения всех этих явлений или же пчелы (и другие общественные насекомые) представляют собой организм нового типа, в котором составляющие его «клетки» устанавливают между собой отношения, хоть и очень тесные, но все же не предполагающие ту обязательную, неразрывную близость, какую мы видим между клетками других живых организмов.

Глава восьмая

ХИЩНИКИ И ЖЕРТВЫ

ПОКРОВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ОКРАСКА, ПУГАЮЩАЯ ОКРАСКА, МИМЕТИЗМ

Это одна из самых странных глав в истории насекомых, глава о тысяче способов, какими они «маскируются», по выражению Котта, чтобы спастись от врага. Иногда они потрясающе похожи на субстрат или на какой-нибудь часто встречающийся на нем предмет (веточка, камешек, сухой лист). Это — *покровительственная окраска.* Или же, наоборот, они принимают такую яркую окраску, что ни для одного грабителя не могут остаться незамеченными. Это должно означать, что они несъедобны, и предупреждающие знаки на их кутикуле имеют целью лишь оповестить возможных врагов (*пугающая окраска*). И, наконец,— это уже предел хитрости,— некоторые виды насекомых могут принимать облик других несъедобных или опасных видов и таким образом заставляют хищников держаться на почтительном расстоянии: это *миметизм.*

Защитное действие покровительственной и пугающей окраски, а также миметизма выявлено многими опытами, причем одни были убедительнее других. Некоторые чересчур восторженные биологи конца прошлого и начала нынешнего века видели повсюду покровительственную окраску и миметизм, что было, конечно, абсурдом. Это вызвало известное недоверие к общей теории покровительственных окрасок. Многие биологи у нас, к несчастью, пренебрегают чтением иностранной литературы, и потому до сих пор еще не вышли из моды шутки по поводу этой теории. Во всех этих явлениях видят лишь игру природы, не имеющую большого практического

значения, и решительно ничего не знают о сотнях наблюдений, доказывающих обратное.

Такое отношение слишком часто портило мне кровь, чтобы я не посвятил его критике начало этой главы. Если эта критика неудобна в том отношении, что она выставляет на показ неописуемое легкомыслие некоторых исследователей, то ее заслуга заключается в том, что она более резко ставит вопрос с философской точки зрения. Возражения делались главным образом против защитного действия покровительственной окраски. Вот поэтому я и начну с описания явлений этого рода.

ПОКРОВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ОКРАСКА

Возражения, касающиеся ее защитного действия, делаются главным образом с априорных, предвзятых позиций или носят характер безапелляционных, но не основанных на эксперименте рассуждений.

Возражения, связанные с особенностями зрения животных. Никто никогда не отрицал, что человеку в некоторых случаях защитная окраска представляется совершенной и полностью скрывает от него животное. Но зрение человека слишком отличается от зрения птиц, пресмыкающихся и насекомых, чтобы можно было априори допустить, что насекомое, невидимое для человека, невидимо и для них. В этой части логика возражения неуязвима, и в нем можно увидеть проявление осторожности ученых. Но все начинает портиться, когда, развивая свою мысль, они более или менее категорически заявляют: эти различия таковы, что насекомое, невидимое для нас, должно быть, *вероятно*, без труда открыто хищниками. Здесь уже оказывается нарушенной объективность, так как забыто то неоспоримое положение, что лишь опыт может дать нам основание для таких высказываний.

Верно, конечно, что мы видим мир иначе, чем птицы и пресмыкающиеся, и тем более, чем насекомые, но последние исследования по физиологии чувств (явно неизвестные сокрушителям теории защитной окраски) показывают, что речь идет зачастую о различиях скорее в силе зрения, чем в природе его. Правда, зрение птиц отчетливее нашего. Но все же многочисленные наблюдения показывают, что и птицы, так же как и мы, поддаются

обману при виде некоторых насекомых, в совершенстве имитирующих листья или сучья, хотя эти насекомые и представляют собой прекрасную пищу для них.

В ряде случаев имитация может быть совсем не такой уж совершенной. Наоборот, как показывают всем известные остроумные опыты Моттрама, очень легко обмануть рыб грубо сделанными приманками. Да и птицы, обладающие гораздо более развитым зрением, бывают обмануты ими. Однажды Моттрам удил рыбу во время массового выхода на свет поденок (Ephemerella ignita), сильно привлекавших ласточек. На беду он применял приманку, напоминавшую поденок. Как только он забрасывал наживку, птицы схватывали и уносили ее, так что ему пришлось переменить место. Это отнюдь не случайность, так как после этого английский биолог наблюдал у десятка других видов птиц живейший интерес к таким же приманкам. Наблюдение Моттрама представляется мне очень важным, и я вернусь к нему в заключительной части этой главы.

Что же касается пресмыкающихся, то они могут обладать довольно хорошим зрением, особенно ящерицы, но оно всегда слабее, ниже человеческого.

Иначе обстоит дело с насекомыми. В этой области почти нет опытов, доказывающих, что покровительственная окраска служит защитой от хищных насекомых. Экспериментаторы всегда проявляли особый интерес к зрению хищников из числа птиц, пресмыкающихся, рыб и амфибий. Впрочем, мы знаем, что, например, зрение пчелы не настолько отличается от нашего, чтобы она могла избегнуть некоторых оптических обманов (явление одновременного контраста, феномен Пуркинье). Однако пчела не видит красного цвета и отличает ультрафиолетовый. К тому же, многие насекомые, например стрекозы и филанты, руководятся при охоте зрением. Не раз мы видели стрекоз, гоняющихся, как за добычей, за перьями или листьями, которые несет ветер. Острота зрения у всех без исключения насекомых слабее, чем у человека, и можно предвидеть, что даже грубого подражания субстрату бесспорно будет достаточно, чтобы ввести в заблуждение охотника, руководящегося зрением. Мы это видели, изучая теорию сторонников школы объективистов на примере сексуальных приманок.

Но для того чтобы покровительственная окраска оказывала свое действие, необходимо, чтобы носители ее избрали для себя зону, соответствующую их цвету, и не покидали ее. И действительно, радиус движения многих насекомых очень ограничен. Некоторые бабочки, хорошо прослеживаемые благодаря тому, что они помечены пятнами радиоактивного фосфора, не покидают участка, ограниченного несколькими сотнями метров. Самки еще большие домоседки, чем самцы.

А главное, Эржен показал, что такие прямокрылые, как Acrida turrita, выбирают субстрат, подходящий к их окраске — зеленый или желтый, и, если их согнать, возвращаются на него. Мы рассмотрим далее явления того же порядка. Очевидно, возвращение в свою зону, как мы это наблюдали у Carausius, представляет собой довольно обычное явление.

Но известны случаи, когда хищники, главным образом птицы, без всякого колебания обнаруживают насекомых с так называемой покровительственной окраской и тут же проглатывают их. Чаще всего приходится слышать такую аргументацию во Франции. Но за этим скрывается абсолютное непонимание вопроса. Защита посредством окраски может быть лишь относительной. Она может быть действенна лишь по отношению к известным типам хищников (не ко всем) и в известных случаях. Если бы дело обстояло иначе, само собой очевидно, что защищенные столь совершенным образом насекомые давным давно заполнили бы весь мир.

Не подумав об этом, один автор, имя которого лучше здесь не называть, счел, что наносит смертельный удар по теории покровительственной окраски, поместив в заросли плюща палочников (Carausius morosus), которых благодаря их окраске, форме и позе никак не отличить от зеленого сучка. Выпущенные на этот участок куры не замедлили обнаружить палочников и проглотить их. Но ведь Carausius происходит родом из Индии, в нормальных условиях он не живет на плюще и не подвергается нападению кур. Возражения, выдвигаемые во Франции против покровительственной окраски, основаны в большинстве случаев на таких же «веских» опытах.

Исследования содержимого желудков птицы показали, что все насекомые, как обладающие, так и не обладающие защитной окраской, представлены там только пропор-

ционально их наличию в природе. Это возражение существенно. Оно основано на очень серьезных работах Мак-Ати (1912—1933), который исследовал содержимое желудка 80 тысяч птиц. Он показал, что все виды насекомых, обладающих и не обладающих покровительственной окраской, входят в общее число пойманных и что, следовательно, не существует ничего похожего на особые «вкусы» или «отвращения», влияющие на выбор, делаемый хищниками. Покровительственная окраска может и не иметь защитной силы, и лишь численность видов влияет на результаты охоты.

Но опыты Мак-Ати можно истолковать и по-иному. Так как он изучает добычу *у всех* видов птиц сразу, то почти предопределенным является тот факт, что в *общем итоге* все виды насекомых фигурируют в добыче. Иначе пришлось бы предположить, что покровительственная окраска служит некоторым насекомым защитой от *всех* птиц, а мы только что убедились, что такая гипотеза абсурдна. Никогда сторонники теории покровительственной окраски не отстаивали ее.

Как можно методом Мак-Ати установить, что именно в данный момент действительно находилось в природе перед птицей, как узнать соотношение типов, обладающих покровительственной окраской, с типами, не обладающими ею? Словом, как узнать, что было оставлено, когда известно лишь то, что было поймано?

Такой метод никак не может ни заменить результатов непосредственного наблюдения за явлениями, ни тем более оспаривать их. Он приводит Мак-Ати к тем экстравагантным выводам, которые с таким юмором раскритиковал Котт. Предположить на основании общих цифр, что покровительственная окраска не имеет никакого значения, равносильно, говорит он, тому, чтобы считать, что Комитет «хищников», который отбирает и бракует экспонаты для ежегодной выставки Великобританского фотографического общества, делает это совершенно случайно. Ведь ничего нелепого нет в предположении, что число авторов, допущенных по каждой секции (цветная фотография, черная фотография, натюрморт, телескопические снимки и т. д.), в общем пропорционально числу присланных снимков. Рассуждая по методу Мак-Ати, можно на этом основании прийти к выводу, что «защитные» признаки (искусство фотографа,

тщательность отделки и т. д.) не оказывают никакого воздействия на жюри!

Мак-Ати отрицает также и специализацию вкусов у птиц-охотников.

Такое утверждение абсолютно неверно и только показывает, как неподходящий метод может привести исследователя к заблуждению. Чтобы убедиться в этом, достаточно краткого просмотра наблюдений, доказывающих обратное. Они помогут нам установить значение покровительственной и пугающей окрасок и миметизма.

Специализация хищников. Карпентер из млекопитающих специально изучил длиннохвостых обезьян. Они с наслаждением поедают различные виды саранчовых, например Cyrthacanthacris, но проявляют все признаки отвращения по отношению к другим видам, окрашенным в яркие цвета, как, например, Dyctiophorus productus и Zonocerus elegans.

Мы увидим, что летучие мыши систематически избегают пугающих насекомых, но мы будем иметь возможность глубже изучить природу этого отвращения.

Ласточки, если говорить о птицах, с жадностью поедают поденок, но не трогают черных мошек (Bibio), рои которых движутся медленным полетом в тех же зонах. Скворцы, как показал Клюйвер, поедают множество насекомых, за исключением отпугивающих. Так, они избегают гусеницы Hypocrita jacobea, окрашенной в черные и оранжевые кольца, ос и божьих коровок. «Самое интересное,— отмечает Котт,— заключается в отвращении, проявляемом многими птицами по отношению к рабочим пчелам, в то время, как трутни, не имеющие жала, поедаются ими весьма охотно».

Из пресмыкающихся ящерицы, по данным Дарлингтона и Карпентера, далеко не одинаково интересуются всеми насекомыми, попадающими в пределы их досягаемости, в частности, их совершенно не интересуют пугающие насекомые.

Древесные лягушки (из земноводных) почти совсем не признают бабочек и предпочитают им мух. Здесь также были проведены исследования содержимого желудка, как делал это Мак-Ати, но результаты оказались совершенно иными.

В Англии в одно и то же время и в одном и том же месте были проведены исследования над 17 лягушками

(Rana temporaria) и 15 жабами (Bufo). У лягушек нашли 13 процентов чешуекрылых и 0,4 процента муравьев; у жаб — 2,4 процента бабочек и 41,6 процента муравьев, то есть жабы ведут себя как «четко-специализированные» муравьеды. Котт пришел к тем же выводам и подкрепил их, вскрыв значительно большее число лягушек и жаб. Отметим, что лягушки при этом находились в среде, изобилующей муравьями, и зачастую бывали пойманы бок о бок с жабами. С подобной же специализацией мы встречаемся у древесной лягушки (Hyperolius bayoni) из Португальской Африки. Она живет в той же среде, что и другая древесная лягушка (Megalixalus fornasinii), которая, однако, очень мало интересуется муравьями, предпочитая им мух и блох. Вообще же земноводных не привлекают перепончатокрылые, кроме муравьев, но особенно отрицательно они относятся к осам и пчелам.

Все рыбы, вплоть до форелей, предпочитают поденок черным мошкам. Из поденок они оказывают предпочтение Baetis pumillus перед B. bioculatus и почти никогда не притрагиваются к Heptagenia sulfurea или к Leptophlebia marginata, даже если эти два вида пролетают плотными стаями у самой их пасти.

Таким образом мы установили, что априорные возражения, выдвигавшиеся против защитного значения покровительственной окраски, основаны большей частью на неточном понимании вопроса или на применении спорной методики.

Но мы еще не установили, действительно ли покровительственная окраска охраняет насекомое.

Остается рассказать об опытах, которые это доказывают. Следует сразу же оговорить, что их значительно меньше, чем опытов с пугающей окраской.

О п ы т ы в п р и р о д н ы х у с л о в и я х. Эти опыты имеют больше значения, чем те, которые проводятся с пойманными хищниками, так как в последнем случае всегда можно сказать, что охотничий инстинкт слишком сильно нарушен, чтобы можно было строить серьезные заключения.

Пултон и Снадерс избрали объектом опыта куколок крапивницы (Vanessa urticae) и помещали их на разные субстраты сходной или несходной окраски. Они установили, по крайней мере в тех местностях, где птиц довольно много, что куколки, положенные на фон несходной ок-

раски, почти все исчезли, те же, которые были на сходном по цвету фоне, почти все остались в живых.

Жеру посчастливилось наблюдать у бабочек Colias philodice сине-зеленую мутацию, которая делала очень заметными обычно зеленых и совершенно сливающихся с окраской листвы гусениц. Он поставил на открытом воздухе эксперимент с выводком, на треть или на четверть состоящим из таких гусениц. English Sparrow[1] очень ими заинтересовались, так что через десять дней сохранились только экземпляры слишком мелкие, чтобы можно было их разглядеть, остальные исчезли в желудках птиц. Что касается гусениц с покровительственной окраской, то можно считать, что практически они все уцелели.

Упомянем также известные опыты ди-Чезнола с богомолами, которые встречаются в двух формах — зеленой и желтой. Этот ученый говорит, что он встречал зеленую форму на свежей траве, а желтую — на сухой. Рабо опровергает это положение и утверждает, что ни зеленые, ни желтые богомолы отнюдь не выбирают себе субстрата подходящей окраски. Честно говоря, мне, наблюдавшему обе эти формы, кажется, что и ди-Чезнола и Рабо забывают о промежуточном, очень часть встречающемся случае, когда только половина травы пожелтела. При этом и зеленые, и желтые богомолы равно являются «невидимыми», так как они совершенно неразличимы среди переплетающихся между собой зеленых и желтых травинок. С другой стороны, я не знаю, достаточно ли подсчетов сделал Рабо, чтобы исключить значение выбора субстрата, который часто возможен, но не всегда обязателен (см. начало этой главы). Ведь Рабо зачастую прекращал опыты (как, увы! большинство из нас), когда устройство мира казалось ему в достаточной мере соответствующим его предвзятым идеям.

Как бы там ни было, ди-Чезнола прикрепляет 110 зеленых и желтых богомолов на траву той же или противоположной окраски так, что оказываются представленными все четыре возможных варианта (зеленые богомолы на желтой траве, желтые на желтой, желтые на зеленой, зеленые на зеленой). Практически все насекомые, отличающиеся по окраске от субстрата, были истреблены птицами, а все сходно окрашенные — оставлены в покое.

---

[1] English Sparrow (англ.)— английские воробьи. *(Ред.)*

Беляев[1] провел в 1927 году над богомолами ряд опытов, довольно схожих с опытами ди-Чезнола. Он отмечает, что, как и следовало ожидать, не все птицы поддаются обману покровительственной окраски. Так, каменка и Tinnunculus не нападают на носителей покровительственной окраски, в то время как вороны поглощают их совершенно так же, как не обладающих такой окраской.

Изели провел ряд очень строгих опытов подобного типа уже не на богомолах, а на саранче. Виды с белесой окраской (Trimerotropis pistrinaria, Hadrotettix trifasciatus) были собраны на белой глине, а окрашенные в черный цвет (Encoptolophus subgracilis, Trachyrhachis, Kiouwa fuscifrons) — на черной глине; красноватые (Spharagmon, Hadrotettix) — на красных почвах; наконец, зеленые (Chorthophaga) — на траве. Все эти виды в нормальной обстановке окрашены, таким образом, в защитный цвет и являются «невидимками». Изели прикрепляет их или усыпляет посредством наркоза и располагает на различных субстратах, сходных с ними или отличающихся от них по окраске. Затем различным птицам: курам, индюкам, пересмешникам, кардиналам, воробьям — предоставляется беспрепятственно нападать на саранчу.

Таблица, составленная Изели, заслуживает быть воспроизведенной.

Хищники	Окраска насекомых	Съедено	Осталось в живых	Всего
Бентамские петухи	Покровительственная	81 (44 процента)	104 (56 процентов)	185
	Без покровительственной	157 (85 процентов)	28 (15 процентов)	185
Дикие птицы	Покровительственная	39 (34 процента)	75 (66 процентов)	114
	Без покровительственной	96 (84 процента)	18 (16 процентов)	114
Индюки	Покровительственная	37 (46 процентов)	43 (54 процента)	80
	Без покровительственной	73 (91 процент)	7 (9 процентов)	80

[1] См. М. М. Беляев. Окраска животных и естественный отбор. Изд-во «Советская наука», М., 1947. *(Ред.)*

Некоторые насекомые — носители покровительственной окраски, несмотря на постоянное присутствие птиц, оставались в живых свыше 48 часов. Изели отмечает также, что в первую минуту куры склевывают 40 не обладающих покровительственной окраской экземпляров саранчи и за то же время находят только 9 защитно-окрашенных экземпляров. Во время другого опыта саранча не была прикреплена к субстрату и могла по собственному выбору разместиться на подходящем или контрастирующем фоне до появления кур и индюков.

Вот результаты:

Хищники	Окраска насекомых	Съедено	Осталось в живых	Всего
Куры и индюки	Покровительственная	9 (30 процентов)	21 (70 процентов)	30
	Без покровительственной	30 (100 процентов)	—	30

Еще более выразителен опыт Каррика, ограничивающегося тем, что он поместил гусениц с покровительственной окраской и без нее на ветки поблизости от гнезд различных птиц (крапивника, славки, пеночки, малиновки). Гусениц Lycia hirtaria почти невозможно отличить от веток, а зеленых гусениц Taenio campa gothica довольно легко разглядеть. Каррик использовал также гусениц Selenia bilunaria, очень сходных с ветвями по окраске. За немногими исключениями птицы совершенно не трогали гусениц с покровительственной окраской и поедали всех других. Этот опыт тем более поразителен, что птицы вскоре заметили, что корм находится близ их гнезд в изобилии. Они деятельно осматривали ветки, по многу раз проходя мимо самих гусениц, но не замечая их благодаря покровительственной окраске.

Нужно сопоставить с этим обыкновение многих бабочек падать на землю, как только птица нанесет им удар клювом. Оборотная сторона их крыльев часто подобна почве по окраске. Многие наблюдения показывают, что охотники летают несколько мгновений над точкой падения, не видя жертвы, и удаляются ни с чем.

Многие бабочки, особенно пяденицы, имеют на нейтральном или желтоватом фоне темно-серые бороздки. Садясь на кору дерева, они кружатся до тех пор, пока эти бороздки не окажутся параллельными бороздкам на коре, благодаря чему они становятся совершенно невидимы для глаз наблюдателя и, несомненно, для птиц. Это типичный пример зрительно-двигательной реакции.

Опыты, о которых я говорил до сих пор, производились довольно давно. Но эти проблемы продолжает очень тщательно разрабатывать Эржен из Стамбула. Этот ученый сначала показал на саранчовых Oedipoda coerulescens и Acrida turrita, что существует настоящее цветовое зрение в том смысле, что эти насекомые умеют отличать дощечки различных окрасок от соответствующих серых (это классическая техника, которую мы уже изучали в главе о чувствах насекомого). Речь идет о подлинном цветовом зрении, так как покрытие глаз лаком прекращает это явление и насекомое садится на любую дощечку без разбора.

Оставалось еще объяснить, чем вызывается особое предпочтение, оказываемое дощечкам определенного цвета, и Эржен показал, что в очень значительном числе случаев бывают выбраны те дощечки, которые по цвету подходят к окраске насекомого, то есть насекомые *активно* подыскивают субстрат одного с ними цвета. Таков ответ на старое возражение против теории защитной окраски. Личинки и взрослые особи Oedipoda и Acrotylus longipes ведут себя точно так же.

Приведем здесь конечный вывод, которого можно было почти ожидать после всего, что мы узнали: хамелеоны, посаженные в садок, где уже находились Acrida turrita, почти тотчас пожирают тех, которые не находятся на фоне подходящего цвета, и почти полностью оставляют нетронутыми остальных.

Наконец, Пофам показал, что водяные клопы (Corixa) на фоне одного с ними цвета в три раза меньше подвергаются нападениям врагов (жуков-плавунцов, личинок стрекоз, рыб), чем на фоне другой окраски.

ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ (ПУГАЮЩАЯ) ОКРАСКА

Поразительно, и вместе с тем многими опытами доказано, что существуют особенно яркие цвета и как бы нарочно бросающиеся в глаза отличия организма, функция

которых заключается в том, чтобы дать знать охотнику, что наделенная этими отличиями добыча несъедобна. Скажу еще раз, хоть и скучно повторять все время одно и то же, что эта защита действенна лишь против тех хищников, которые, охотясь, руководствуются зрением, главным образом, против позвоночных (понятно не всех). Установлено, что другим врагам (я имею в виду насекомых-паразитов) нет никакого дела до пугающей окраски. Несомненно, есть еще немало факторов, ограничивающих действие этой окраски, иначе земля давно стала бы непригодной для жизни из-за неисчислимого множества кишащих на ней насекомых с пугающей окраской.

Так, например, Покок замечает, что жужелицы (Carabus violaceus, Pterostichus niger и Pterostichus madidus) с яркой окраской и отвратительным запахом охотно пожираются различными птицами, например серебристым фазаном. Но разные млекопитающие, если им случится схватить жужелицу, сейчас же отбрасывают ее.

Вместе с тем млекопитающие гораздо охотнее, чем птицы, поедают оранжевую с черными полосками гусеницу Hypocrita jacobeae. Все хищники, даже богомолы, отвергают Acraea, а вот хищные мухи Asilidae охотятся на них. Случается, однако, что какой-нибудь изголодавшийся хищник не побрезгует даже и Acraea, как показал Суиннертон. Наконец, походные гусеницы с раздражающими волосками, отвергаемые большей частью хищников, составляют любимое лакомство кукушек.

Почему несъедобны отпугивающие насекомые? Причина этого лежит в их зловонных выделениях или в неприятном вкусе. Все знают, что такие полужесткокрылые, как щитники, обладают исключительно неприятным и стойким запахом (они пахнут «клопами»). Многие из них имеют яркие красные и черные метки, но нужно сказать, что среди них встречаются и «невидимки», которые, однако, пахнут также дурно. Золотистые жужелицы в ярком облачении испускают из конца брюшка жидкость с невыносимым бутировым запахом. То же наблюдается у многих жужелиц. Отпугивающие бабочки, подобные Heliconinae, Danainae, Acraeinae, издают сильный запах. Эти примеры можно было бы множить до бесконечности. Но вправе ли мы из того, что эти запахи неприятны человеку, делать вывод о том, что хищники испытывают к нему такое же отвращение?

Кажется, что да, судя по тому, что мы только что видели. Коати — хоботоносец, охотящийся с помощью обоняния, сначала обнюхивает зловонных насекомых, а потом удаляется от них, хотя он не так уж требователен в выборе пищи. Многие млекопитающие и птицы, если они по ошибке или вследствие хитрости экспериментатора проглотят одно из подобных насекомых, сейчас же извергают его и трут челюсти о землю или о кусты как бы для того, чтобы уничтожить всякий след неприятного запаха. Изучая приемы отпугивания, мы увидим еще много интересных примеров поведения охотников по отношению к добыче, защищенной таким образом.

Поведение отпугивающих насекомых. У отдельных видов цветные пятна, обычно очень яркие, находятся лишь на некоторых, в нормальных условиях закрытых или почти невидимых частях тела. Как только приближается опасность, они внезапно выставляют напоказ окрашенный участок. Эффект получается весьма разительный, даже для человека. Так, богомол (Idolum diabolicum) открывает внутреннюю сторону своих передних ножек, расширенных и очень яркоокрашенных. Пестрянка (Neurosymploca xanthosoma) приподнимает крылья и показывает ярко-желтое брюшко, что, по словам Карпентера, поразило и заставило отступить обезьяну, уже готовившуюся схватить ее. Итак, обезьяны оставляют Idolum в покое, когда он принимает «положение отпугивания».

В течение долгого времени этот тип поведения представлялся исключительным явлением в природе. Но недавно сторонники объективного метода открыли в сексуальных обрядах множество примеров подобного напоминания путем выставления чего-либо напоказ. Например, в конце танца Eumenis самец приоткрывает крылья, несущие пахучие железы, понюхать которые подойдет самка. Самец Blattella поступает точно так же, поднимая крылья под прямым углом и вытягиваясь насколько возможно: тогда его привлекающие железы совершенно открыты, и он в некотором роде «подставляет их под самый нос» самке, которая принимается их лизать.

Много еще примеров показа напоминающих о чем-либо предметов можно найти у млекопитающих, у птиц и у рыб. Зачастую на какой-либо части тела у них есть пятно в виде глазка, которое они настойчиво демонстрируют

самке, пока она не примет требуемую сексуальную позицию. Мы только что видели в гамме отталкивающих средств прекрасные примеры показа «отрицательных напоминаний».

Еще одна характерная черта: отпугивающие насекомые большей частью не только являются дневными, но и очень охотно перемещаются на растениях при ярком солнечном свете, нисколько не пытаясь спрятаться.

Действительно ли хищники отвергают отпугивающих насекомых? Защитное действие отпугивающих средств. Относительно защитного действия отпугивающих средств мы располагаем данными такого множества опытов, что единственная трудность заключается в том, чтобы изложить их систематически. Думаю, что лучше всего будет рассмотреть отдельно, как ведут себя при встрече с отталкивающей добычей разные отряды хищников: млекопитающие, земноводные, птицы, рыбы, пресмыкающиеся.

Млекопитающие. Очень много работ относится к летучим мышам. Уайттэкер дал им яркоокрашенных гусениц Abraxas grossulariata, отвергаемых очень многими хищниками. Летучая мышь (Pipistrella) взяла кусочек гусеницы из рук экспериментатора, затем выплюнула его и повисла в уголке своей клетки, перестав принимать пищу из рук человека, сыгравшего с ней эту злую шутку. Другие исследователи подсчитали крылья бабочек, брошенных летучими мышами у своих жилищ. Из 1368 крылышек Котт насчитал только 16 с яркой окраской, принадлежащих ночным бабочкам, чрезвычайно неприятным на вкус (летучие мыши, над которыми велось наблюдение, относились к виду Plecotus auritus).

Я уже имел случай говорить о прекрасных исследованиях, проведенных Карпентером на длиннохвостых обезьянах. Анализ результатов охоты этих обезьян (244 насекомых) дал следующие цифры: из 143 видов отпугивающих насекомых 120 были отвергнуты обезьянами, а 23 — съедены. И, наоборот, из 101 вида насекомых с криптической[1] окраской 83 были съедены, а 18 отверг-

---

[1] Криптическая, то есть покровительственная, защитная окраска. *(Ред.)*

нуты. Эти результаты подтвердились опытами Филипса над цейлонским лемуром (Loris targigradus), который также принял большую часть насекомых с криптической окраской, но отверг всех с отпугивающей. Особенно забавно было поведение длиннохвостых обезьян по отношению к крупной саранче Dictyophorus productus, ленивой и яркоокрашенной. Обезьяна, сначала очень возбужденная, направилась к ней. После того как она лучше разглядела саранчу, волнение ее улеглось, но все-таки она взяла ее, обнюхала и положила обратно на землю. Карпентер старался заставить обезьяну отведать хоть кусочек насекомого и, действительно, она лизнула саранчу. Желтая пена, выделяемая этой саранчой, коснулась языка обезьяны; она тотчас же отпрянула, и после этого было уже невозможно заставить ее подойти к Dictyophorus.

То же поведение наблюдалось по отношению к «зловонной саранче» Zonocerus variegatus, которую можно найти почти повсеместно в тропическом поясе, тем более что она совершенно не прячется. Обезьяна осторожно приближалась к насекомому, иногда обнюхивала его и даже схватывала, затем клала обратно на землю, не начиная нападения. Зато находя рядом с отталкивающими видами крупную коричневую саранчу Cyrthacanthacris ruficornis, Catantops decoratus и melanostictus, она в мгновение ока схватывала и пожирала ее.

Алкок также рассказывает, что все его старания заставить ручного гималайского медвежонка съесть отпугивающую саранчу Aularches miliaris оказались тщетными. Медвежонок даже чуть не укусил экспериментатора, когда тот вздумал настаивать; в то же время звереныш без всяких церемоний, с жадностью пожирал сероватых прямокрылых, которых ему давали.

Как мы уже видели, отпугивающие позы, принимаемые насекомыми, когда на них нападают, явно действуют на обезьян. Вот еще один пример такого воздействия. Phymateus viridipes, крупная зеленая саранча с красной каймой на груди, имеет привычку лениво разгуливать на ярком свете, но когда какой-нибудь хищник готовится напасть на нее, она подымает вертикально свои пурпурно-черные крылья. На человека это производит сильнейшее впечатление. На длиннохвостых обезьян Карпентера, очевидно, такое же, так как они сейчас же от-

ступили и энергично отказались после этого приблизиться к столь устрашающему предмету.

Еще показательнее наблюдения Питмена над лемурами (Perodictus potto) и Маршалла над двумя павианами. Они дали этим животным гусениц Chaerocampa elpenor и C. osiris. Эти крупные гусеницы имеют обыкновение втягивать голову в грудные кольца и раздуваться в части, близкой к брюшку, на которой находятся большие пятна в виде глазков, очень похожие на глаза змеи. Эффект получается поразительный, даже для человека. Лемуры же обратились в бегство, как только гусеница продемонстрировала им свои таланты. Что касается павианов, то они, буквально обезумев, сделали прыжок назад и с воплями уцепились за решетку клетки. Маршалл погнался за ними, держа гусеницу в руке. И он рассказывает, что у павианов начался приступ столь «омерзительного страха», что он оставил их в покое, боясь их укусов. Однако обычно они не очень-то церемонятся, когда им представляется случай пожирать гусениц или вообще хватать все, что попадется.

П т и ц ы и п у г а ю щ а я о к р а с к а. Конечно, большинство опытов было проделано над птицами, питающимися только насекомыми. Подобно тому как это было сделано с млекопитающими, птицам — малиновкам, овсянкам, зябликам, снегирям, певчим дроздам и лесным конькам гусеница Abraxas была предложена одновременно с другими видами, обычно охотно поглощаемыми, которые и на этот раз были сейчас же склеваны. Гусеницы же Abraxas продолжали свободно ползать, причем ни одна птица ни разу их не потревожила. Покок наблюдал то же явление и на других птицах. Отметим, однако, что луговой конек (Anthus pratensis) охотно поедает Abraxas и что кукушка, этот еретик в вопросах питания, как будто бы даже считает их лакомством. Мортон Джонс развлекался, смешивая со сливками вытяжки из различных отпугивающих насекомых и изготовляя из них шарики, систематически отвергаемые большинством птиц. Птицы поедают лишь вытяжки из насекомых тусклой окраски, несомненно более приятных на вкус. Джонс отмечает, что муравьи отвергают те же шарики, что и птицы.

В случае ошибки хищника — птицы или млекопитающего — многим видам отпугивающих насекомых служит

защитой их большая выносливость и эластичность покрова. Так, если раздавить грудь бабочки из вида Danainae или Acralinae, это не явится для нее тяжелым повреждением и не вызовет даже паралича: сложенные крылья ее сейчас же снова расправятся. Другие бабочки— пестрянки и Charaxes также обладают очень высокой сопротивляемостью. Суиннертон видел как Pycnonotus layardi схватил одного Charaxes, который тридцать раз подряд вырывался от него, но, в конце концов, попал в желудок птицы! Мы сейчас увидим, что многие хищники не питают врожденного отвращения по отношению к некоторым насекомым, но приобретают его в первый же период своей самостоятельной жизни. Поэтому представляется, что физическая выносливость весьма важна для отпугивающих видов.

В Америке Мортон Джонс убивает и раскладывает рядом множество насекомых, отпугивающих и неотпугивающих, и наблюдает в бинокль за поведением диких птиц, которые их находят. Затем он оценивает насекомых по 100-балльной системе, в зависимости от того, насколько охотно поедали их птицы. Оказывается, отпугивающие насекомые носители ярких желтых, оранжевых и красных пятен составляют большинство особей с самой низкой оценкой (от 0 до 25), то есть тех, которые меньше всего привлекли к себе охотников (343 отвергнутых насекомых из 423). Среди 2409 остальных насекомых, принадлежащих к 90 видам и принятых без колебаний, *ни одно* не имеет видимых ярких пятен. Зато за редкими исключениями все коричневато-серые (почти невидимые) насекомые были проглочены сразу (напоминаю: речь идет не об опыте с покровительственной окраской, — все насекомые очень четко выделялись на фоне, на котором они лежали).

Мортон Джонс повторил те же опыты во Флориде на совершенно других птицах и насекомых, но получил совершенно такие же результаты. Можно, например, отметить, что сильно отпугивающая саранча Romalea microptera осталась в 89,3 процента случаев не тронутой.

Другой прием, о котором я уже говорил , состоит в следующем. Живых насекомых, отпугивающих и неотпугивающих, прикрепляют к веткам близ птичьих гнезд. Затем Каррик наблюдал в бинокль за поведением вертепников, пеночек, камышевок-барсучков. Из 58 нейтраль-

ных и 44 отпугивающих насекомых были проглочены пятьдесят, в том числе 86 процентов нейтральных и 4,9 процента отпугивающих.

Многие птицы испытывают отвращение к осам. Бриндли тщетно пытался заставить лысух проглотить осу. Если же в очень редких случаях сильно возбужденные птицы и схватывали ос, они их сейчас же выплевывали, проявляя при этом все признаки отвращения (быть может, вызванного запахом или очень горьким вкусом яда).

Отпугивающие приспособления и пресмыкающиеся. Бутлер в своих опытах над ящерицами тоже использовал гусеницу Abraxas. Ящерица Lacerda viridis хватает почти все, что движется перед ее мордочкой. То же она делает и с Abraxas, как только в ее клетку впускают гусеницу. Но она ее сейчас же выбрасывает, держа пасть широко открытой. Причем в большинстве случаев Abraxas выглядит нисколько не поврежденной. Ящерица же выражает сильное отвращение, и после этого первого опыта совершенно бесполезно пытаться заставить ее снова попробовать Abraxas. Даже пауки, схватив этих гусениц, отбрасывают их. Решительно, у Abraxas немного врагов, за исключением, как мы видели, кукушки. По наблюдениям другого ученого, Вейра, зеленые ящерицы отвергают не только гусениц, но и взрослых особей Abraxas. После того как один Abraxas побывает у них в пасти, они не меньше двух недель не соглашаются к ним приблизиться. Такое же отвращение испытывают и Lacerta agilis и Lacerta vivipara.

Вообще, наблюдения над ящерицами в природных условиях показали, что они проявляют при выборе добычи такие же явно выраженные «вкусы», как птицы и млекопитающие. Мы еще будем иметь случай говорить об этом по поводу одной кубинской ящерицы Anolis sagrei и миметизма.

Отпугивающая окраска и амфибии. По наблюдениям Котта, древесные амфибии Канарских островов и Португальской Восточной Африки также пренебрегают отпугивающими насекомыми. Их оказалось лишь 0,17 процента среди 11 780 насекомых, извлеченных Коттом из желудков этих земноводных.

Но Мак-Ати и Харгит опубликовали результаты довольно многочисленных опытов, судя по которым земноводные и особенно жабы и древесные лягушки как будто

совсем не помнят об опасности добычи с отпугивающими признаками и пожирают ос так же, как пчел и колорадских жуков. Но Мак-Ати сам отмечает, что при этом у них бывает не такой уж довольный вид. Котт продолжил эти опыты в большем масштабе, что позволило ему выяснить суть отвращения к отпугивающим насекомым. Это отвращение не врожденное, а приобретенное.

Как хищники избегают опасной добычи. Опыт Котта на жабах особенно поучителен, поскольку он выявляет возможности обучения у того вида, который совсем не выглядел одаренным в этом отношении. Котт очень живо описывает поведение жабы при виде роя. Экспериментатор выбрал именно пчел, насекомых, способных быстро ознакомить слишком доверчивых жаб со всеми неприятностями, которые влечет за собой излишняя прожорливость. Итак, наша жаба, с горящим от жадности взором, подбирается к пчелам, брюшко ее слегка приподнято над землей, она осторожно переставляет свои коротенькие ножки, не сводя глаз (эти животные охотятся с помощью зрения) с черных жужжащих точек, должно быть, очень вкусных. Внезапно она вытягивает язычок и быстрым, почти неуловимым движением хватает одну пчелу, потом другую. Но проглотить их, кажется, нелегко? Еще бы: пчела, конечно, оставила свое жало в ее гортани, и жаба меняется на глазах: она сильно приуныла, брюшко ее волочится по земле, и она, как бы обессилев, с закрытыми глазами, сидит на площадке перед ульем. Стоит какой-нибудь пчелке подползти к ней, и жаба отпрянет, сделает скачок, и вскоре окажется далеко от улья. Тридцать три жабы были по одиночке изучены таким образом в течение нескольких дней. Котт отмечает большие различия в их поведении в период обучения. Были такие, которые отказывались от всех пчел уже после того, как испробуют одну. Но нашлась жаба, которая каждый день, до самого конца опытов, глотала по одной пчеле. Однако ни одна не проглотила их во второй день больше, чем в первый. Пчелы поедались в убывающем количестве до тех пор, пока жабы не получали к ним такого отвращения, что не желали даже смотреть в их сторону и отступали, как только Котт помещал их перед ульем. Опыт длился семь дней. Он проводился на жабах, предварительно голодавших в течение семи дней: никакого корма, кроме пчел, им не давали.

Ясно, что аппетит у них был велик, в чем Котт и убедился, дав им земляных червей. Некоторые поглощали до 32 червей за несколько минут. Следовательно, только характер добычи мешал им показать прожорливость, достойную порядочных жаб. Котт не смог глубоко изучить устойчивость следа, оставляемого в памяти этим горьким опытом. Но, во всяком случае, он сохраняется долее 24 часов.

И все же я вынужден сделать некоторые оговорки в отношении опытов Котта. Алжирские и южноамериканские пчеловоды давно установили, что жабы одного, особо процветающего вида выбирают себе место для жилья под ульями. Нередко случается видеть, как они, с точностью механизма, поглощают огромные количества пчел.

Чтобы оградить пчел от этих прожорливых земноводных, практикам-пчеловодам приходится ставить ульи на высокие подставки. По правде говоря, я не знаю точно, о каких жабах идет речь, и никогда не слыхал о подобных случаях во Франции. Нет ничего невозможного в предположении, что известные виды жаб специализировались в поедании пчел,— ведь знаем же мы жаб, пристрастившихся к такому острому и неаппетитному блюду, как муравьи.

Период обучения, требующийся для того, чтобы распознавать несъедобную добычу, кажется, обязателен для всех. Отпугивающая защитная окраска, очевидно, не приводит в действие никаких врожденных механизмов. Но после первых неприятных попыток причиняющая огорчения добыча раз и навсегда отвергается. Маккензи, а затем Филипс наблюдали это явление на райских попугаях лори, которые сначала схватывают, а затем без видимых повреждений выпускают отпугивающих чешуекрылых. Так же обстоит дело и с птицами, у которых отвращение к насекомым — носителям пугающих признаков — отнюдь не является врожденным. Они, по словам Ллойда Моргана, неизменно сначала хватают гусениц Hypocrita или божьих коровок, затем «пробуют» их и только после этого выпускают, в большинстве случаев, невредимыми. Однажды соприкоснувшись с пчелиным жалом, утята и цыплята ни за что не берут не только пчел, *но и очень похожих на них мух* Eristalis.

Не нужно забывать, что возможно обучение и путем подражания родителям. Котт совершенно справедливо

замечает, что у некоторых видов оно может играть значительную роль.

Всем животным, вплоть до ящериц, доступно обучение путем опыта. По словам Пултона, хамелеону достаточно одного единственного опыта, чтобы даже через несколько месяцев помнить, что определенного вида добычу следует оставлять в покое. Маленькая ящерица, живущая в стенах, очень боится ос и шершней. Вот почему, когда Пултон предложил ей защитноокрашенную бабочку Trochilium crabroniforme[1], ящерица приближалась к ней с величайшей осмотрительностью и схватила ее с предельной осторожностью. Ящерица не пожалела времени на то, чтобы убедиться, что насекомое с защитной окраской не «смеется над ней». Она, в конце концов, съела бабочку, а в последующие дни уже не так легко поддавалась на обман. Здесь мы имеем пример, близкий к тому, что происходит с цыплятами при виде мух Eristales. Наконец, Притчет говорит, что ящерицы, как и птицы, сначала хватают пугающих насекомых, которых они впервые видят, но затем тотчас же выбрасывают и запоминают их (см. выше).

Как отвлекается внимание врага. Двойная роль глазков. Долго оставалось вопросом, имеют ли какое-нибудь биологическое значение большие и отчетливо видные глазки на крыльях бабочек. Тинберген указывает, что различные бражники (S. ocellata) с довольно тусклой окраской имеют на задних крыльях яркие и при нормальном положении закрытые передними крыльями глазки. Они внезапно показывают их при приближении хищника. Многие маленькие птички кажутся при этом испуганными и сейчас же обращаются в бегство. Вот еще один пример показа «предупредительного сигнала», каких мы уже наблюдали немало. Но глазки дали повод для еще более интересных наблюдений Суиннертону, отметившему у других видов насекомых следы от ударов клювом как раз поблизости от глазков. Он предположил на этом основании, что глазки привлекают нападающих птиц к участкам, не имеющим жизненного значения. Основная заслуга Суиннертона состоит в том, что он подверг проверке опытом столь рискованную на вид теорию. Он сейчас же нарисовал глазки

---

[1] Эта бабочка подражает осам. *(Ред.)*

на крыльях 51 Charaxes, которых он затем выпустил на свободу. Поймав их снова, он насчитал на них 47 следов от ударов клювом, из которых 36 приходились на глазки; а 11 были от них в непосредственной близости. Двойная роль глазков — предупреждающая и отвлекающая — представляется, таким образом, доказанной[1].

МИМЕТИЗМ

Понятия покровительственной окраски и миметизма часто смешивают, хотя сущность их как будто бы различна. Не вдаваясь в слишком тонкие подчас различия между миметизмом, по Бэтсу и по Мюллеру, запомним, что речь идет о насекомых, которые сами по себе вполне съедобны, но цветом и всей манерой поведения подражают другому виду, признанному всеми хищниками несъедобным. Конечно, у этой теории не было недостатка в противниках, отрицавших самое понятие защитного миметизма и утверждающих, что это просто-напросто бредни. Не будем преувеличивать значения этих извечных возражений, источником которых является недопонимание сложности природы. Лучше изложим, в чем заключается миметизм.

Прежде всего следует знать, что подражание иммунному (несъедобному) насекомому бывает не просто приблизительным. Нет, оно настолько безукоризненно, что подчас искушенные коллекционеры поддавались обмену миметизма и выставляли в своих коллекциях бок о бок насекомых, принадлежащих к весьма далеким один от другого видам. Далее отметим, что и насекомые подражающие, и те, которым подражают, встречаются, за редкими исключениями, в одном и том же географическом районе.

Диксей приводит яркую иллюстрацию этого явления на примере отпугивающих несъедобных бабочек Delias, которым подражают другие бабочки из породы Prioneris. Разные виды Prioneris подражают разным видам Delias, и подражатели встречаются всегда бок о бок со своим образцом, хотя географическая зона распространения каж-

---

[1] Подробнее об эволюции и значении рисунка на крыльях бабочек рассказано в работах советского энтомолога Б. Н. Шванвича. *(Ред.)*

дого вида Delias и Prioneris довольно ограничена, а распространение породы Prioneris, как и породы Delias, охватывает обширную область от Гималаев до Борнео. Например, в Индии P. clemanthe подражает D. agostina и P. thestylis, D. belladonna; на Борнео P. cornelia подражает D. indistincta и т. д.

Но в самом поведении мимикрирующего насекомого проявляется «забота» о подражании. Так, Котт сообщает, что Prioneris летают всегда в обществе Delias, садясь, как и они, со сложенными крыльями на красные цветки Lantana. Другой такой же пример: бразильская саранча Scaphura nigra. Она не так уж похожа на осу Pepsis sapphiris, но когда начинает двигаться, то бегает зигзагами, с распростертыми крыльями, подражая беспокойной повадке осы, и сходство становится поразительным.

Котт приводит и другие, менее неоспоримые примеры: мухи Volucelles и Criorhina, по его словам, проникают в гнезда шмелей Bombus, «на которых они похожи». Я не отрицаю, что они там, действительно, встречаются и терзают несчастных шмелей, но мухи эристалии и волуцеллы гораздо больше походят на пчел, чем на шмелей.

Я сам вместе с моим другом Бурлиером наблюдал личинок сухопутных клопов Nabides, подражающих муравьям. Конечно, они встречаются на тех же кустах и лужайках, на которых встречаются и настоящие муравьи, но вместе с тем и во многих других местах. Мало того, личинки Nabides выглядят особенно похожими на муравьев, если смотреть на них сверху, а не сбоку. Это наводит на мысль, что миметизм должен защищать их (если он их вообще защищает) главным образом от птиц.

Наконец, подражающая осам бабочка Trochilium crabroniforme, о которой я говорил выше, совсем не ведет ночного образа жизни, свойственного ее семейству, а летает днем, то есть именно тогда, когда активен образец, которому она подражает.

Анатомический механизм имитации. Уже давно исследователи сделали одно странное наблюдение: создающие сходство особенности окраски большей частью находятся у подражающих насекомых не на тех участках тела, на каких они встречаются у видов, которым подражают. Например, осе Abispa ephippium, очень часто встречающейся в Австралии, подражает множество насекомых разных отрядов: мухи, ба-

бочки, жесткокрылые, и в числе других — два усача-дровосека Tragocerus formosus и Hestheris ferrugineus. Оба имеют, как и Abispa, окраску, состоящую из оранжевого фона с черными полосами, но она совсем иначе расположена. У Tragocerus она лежит на надкрыльях, а у Hestheris нет надкрылий, поэтому в подражающие Abispa цвета у него окрашено открыто выставленное на свет брюшко! Можно привести множество таких же примеров (они подробно описаны в прекрасной книге Котта)[1].

Итак, полная «свобода анатомического выбора» участков тела для подражания в окраске является правилом. В отношении биохимии наблюдается то же, так как Форд показал, что белянки подражают Papilio, пользуясь совсем иным арсеналом пигментов, нежели их образец. Наконец, разные виды часто копируют один и тот же образец с помощью совершенно разных анатомических и биохимических средств (см. выше — случай Abispa). Как же тут не припомнить (что и делает Котт) основной принцип миметизма, по-видимому, заключающийся в полном пренебрежении к ограничениям, обязательным там, где действуют законы наследственности и анатомии?

Является ли миметизм защитой для насекомого? На этот вопрос можно ответить утвердительно после широкоизвестных опытов Дарлингтона в Кубе. Несъедобный Thonalmus (suavis и особенно T. aulicus) испещрен красным, оранжевым и голубым. Он совершенно не прячется, наоборот, живет плотными стаями на ярком солнечном свете. Из многочисленных хищников, посещающих те же места, Дарлингтон выбрал для наблюдений ящерицу Anolis, никогда не упускающую случая проглотить все, что окажется в пределах ее досягаемости, и все-таки делает исключение для Thonalmus, которого она отбрасывает, даже если его кладут ей в пасть. И вот Thonalmus'у с большим или меньшим совершенством подражает множество насекомых, живущих рядом с ним. Это пилоус Copidita thonalmus, усачи-дровосеки Calocosmus venustus, Trichous divisus. От этих насекомых, когда их ему предлагают, Anolis отказывается столь же энергично, как от Thonalmus. Непрерывно наблюдая их в течение шести дней, Дарлингтон ни разу

[1] Эта книга переведена на русский язык. См. Х. Котт. Приспособительная окраска животных. Изд-во «Иностранная литература», Москва, 1950. *(Ред.)*

не видел, чтобы Anolis съел хоть одно из этих насекомых. Зато насекомые шести других видов пожирались им с жадностью.

ЧТО ОБО ВСЕМ ЭТОМ ДУМАТЬ?

Все эти явления, хоть они и не в равной мере изучены, представляются в целом точно установленными. Причем я упоминал лишь о том, что имеет отношение к насекомым, но не нужно забывать, что существует еще бесчисленное множество птиц, земноводных, млекопитающих и пресмыкающихся, у которых наблюдаются явления покровительственной или отпугивающей окраски или миметизма. Существование и значение этих явлений были выявлены у них с той же наглядностью, что и у насекомых. Как же все это могло сложиться?

Бесспорно, подражательная окраска, например, предназначается, как замечает тот же Котт, для глаза охотника и «пытается его обмануть», пренебрегая при этом любыми психологическими, анатомическими и химическими трудностями, как если бы их вовсе не существовало. Не подлежит также сомнению, что крыло Kallima с таким совершенством воспроизводит увядший лист, что фитопатологи смогли даже установить, какой именно вид плесени на этом листе оно изображает. И не только Phyllies и палочники похожи на зеленые стебли или листья, но и их яйца подобны зернам настолько, что их порой и не отличишь!

И опять возникает вопрос, как же все это могло сложиться? Обратимся к официально признанным путям эволюции — естественному отбору и мутации. Представим себе ряд мутаций, каждая из которых добавляет, например, какому-нибудь пилоусу сколько-нибудь сходства с Thonalmus. Те особи, которые больше всего похожи на Thonalmus, все меньше и меньше истребляются Anolis. Отбор идет автоматически и, по прошествии ряда веков, приводит к появлению безукоризненной копии. Вот теория, в которой нельзя увидеть ничего абсурдного, пока не присмотришься к ней поближе. И многие настаивают, что она верна, так как она стройна и приводит в восторг геометра, дремлющего в душе многих биологов.

А все-таки и эта теория должна, как всегда водится в науке, предстать перед единственно справедливым

судьей — перед опытом, который проверит ее обоснованность. Не нужно, как это делают в своей недавно вышедшей книге Гексли и Фишер, принимать отбор за незыблемую основу[1], вокруг которой должно строиться все. Нет таких основ в биологии, так как эта наука находится еще в пеленках; и поклонение эфемерным божествам может привести лишь к бесплодности исследований. Сохраним же дарвиновский отбор как рабочую гипотезу, не более, тогда он сослужит нам еще не одну службу.

В деле изучения защитной действенности какого-нибудь подражательного признака руководящая роль принадлежит прежде всего психофизиологу. Вызывают ли мелкие улучшения в миметическом подражании учащение отказов от поедания насекомого? Быть может да, но это не очевидно. Нужно, применяя приемы сторонников объективного исследования, предлагать Anolis все менее совершенные приманки и отметить, с какого момента наступает категорический отказ или учащение отказов. Но параллельна ли кривая «отказов» кривой «усовершенствования приманок» или серьезно отклоняется от нее? Нам это не известно, но это очень легко узнать. Однако пока не проведены необходимые опыты, мы не можем утверждать, что отбор сыграл роль двигателя в «звене» Anolis — Thonalmus.

Кроме того, спросим: необходима ли *совершенная* имитация Thonalmus для того, чтобы обеспечить защиту миметирующего насекомого? Напомним, что вытекает из всех собранных Коттом данных:

а) хищники систематически избегают охоты за насекомыми с яркой окраской;

б) их отвращение представляется приобретенным, а не врожденным;

в) все наводит на мысль, что отдаленного сходства должно быть достаточно, и прежде всего — тот факт, что в одном и том же месте существуют лучшие и худшие подражания Thonalmus и всех их в *равной степени* избегает Anolis.

---

[1] Имеются в виду Джулиан Гексли и Гарольд Фишер — биологи, пытавшиеся в своих сочинениях сочетать теорию эволюции с формально-генетическими учениями морганистов. Оба печально известны своими злобными нападками на материалистическую биологию. *(Ред.)*

Но в таком случае лучшие имитации (а именно Calocosmus и Trichous) представляют собой, собственно говоря, *сверхуподобления*, бесполезные и абсурдные с точки зрения естественного отбора. Можно ли также быть уверенным в том, что такие абсолютно безукоризненные копии, как Kallima, необходимы для того, чтобы обмануть хищника. Или что лишний шанс выжить дает имитация, воспроизводящая в точности все до такой степени, что ботаники могут определить, какого рода плесень изображена на крыле, представляющем увядший лист? Или что не довольно было бы пятна, *смутно* напоминающего плесень? Пробовал ли кто-нибудь найти ответ на эти вопросы с помощью соответствующих опытов, очень легко осуществимых? Насколько мне известно, никто и никогда.

Я только что употребил слово «*сверхуподобление*». Это и есть суть моей мысли: я подозреваю, что животные — носители покровительственной окраски или миметизма, или, по меньшей мере, самые совершенные из них, представляют собой сверхуподобления, которые нельзя объяснить с помощью отбора. Котт очень легко перешагнул через это, заявив, что у хищников такое хорошее зрение, что для них никакая копия не может быть слишком совершенной. Но опять-таки что он об этом знает? И где опять-таки опыты с более или менее грубыми приманками, на которые можно было бы сослаться? И почему тогда упоминают об опытах Моттрама, который с величайшей легкостью обманывает птиц грубыми приманками, предназначенными для ужения рыбы? С другой стороны, мы видели, что самых примитивных приманок довольно, чтобы вызвать сексуальные парады у насекомых (так же обстоит дело и у птиц).

Кстати, не следует забывать глубокого замечания Келера: нет ничего темнее, чем начало. Значит, смысл подражательной окраски и миметизма следует искать именно на самых совершенных образцах. Я думаю, что здесь же мы найдем и тот организующий импульс, который проходит сквозь всю эволюцию и относительно природы которого мы не можем сказать еще ничего, что не звучало бы как детский лепет.

Быть может, мне возразят, что если здесь имеет место сверхуподобление, то мы знаем и другие его примеры. Часто природа создает какое-нибудь приспособление, которое затем оказывается чудовищно преувеличенным.

Например, огромные разветвления рогов оленя Мегацерос, рядом с которым наши современные олени кажутся обладателями весьма жалких рожек. Или безумное, абсурдное, ни с чем несообразное развитие груди у полужесткокрылых горбаток, у которых она превосходит по размерам все тело (правда, эти представляющиеся человеческому глазу столь обременительными разращения, по-видимому, нисколько не мешают горбаткам). Из всего этого нельзя сделать четких выводов с точки зрения развития. Просто приведенный в движение физиологический механизм действовал слишком быстро или слишком долго.

Но совсем иначе обстоит дело со сверхуподоблениями в области покровительственной окраски или в области миметизма. Они имеют *определенный смысл*, связанный с внешней средой, смысл, который можно подтвердить доказательствами, который может определить систематик (плесень на Kallima). Это *копии с чего-нибудь*. Как можно отрицать это, если только не хочешь заниматься опасной умственной акробатикой? Не будем же закрывать глаза, не будем отказываться от нашей способности наблюдать только из-за того, что наблюдение приводит нас к сложнейшей проблеме. Если эволюция имеет какие-то свои цели, то покровительственная окраска и миметизм, быть может, откроют их нам. Итак, не колеблясь, вперед к новым экспериментам! Нужно уметь дерзать!

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Если, читатель, из этого краткого изложения нескольких проблем, касающихся жизни насекомых, вы вынесли такое впечатление, что нет ничего достоверного, что все лишь едва начато, что юная биология только что открыла глаза перед огромной занимающейся зарей... я буду этим счастлив, ибо это именно то ощущение, которое я хотел в вас вызвать. Я сам так думаю. Повторяю, биологическая наука еще молода. Так пусть же она найдет в себе смелость сбросить груз старых предрассудков, отживших теорий, которые мешают ей идти вперед. Она отбросила упрощенческий и ханжеский финализм — это очень хорошо. Пусть же теперь она оставит и детский механицизм, который был ей полезен тем, что уничтожил финализм — это будет еще лучше. И если все биологи думают сохранить в неприкосновенности пытливость своего ума, что бывает очень трудно сделать после того, как стукнет пятьдесят, — это будет уже отлично.

Нужно отказаться от слишком простых аналогий, от всех этих намеков на рычаги, на наклонные плоскости, на тачку, из которых явно исходят создатели известной теории рефлекса. Нужно видеть живые существа такими, какие они есть, во всей их поражающей воображение сложности. А если уж искать аналогий, то скорее в самых сложных счетных машинах и в разработанной кибернетике (но пусть и она, даже и она не забывает своего временного характера и поостережется философствовать

невпопад). Пусть живые существа будут отождествлены с машинами. Это полезное, плодотворное предложение, которое побуждает к экспериментированию. Конечно, живые организмы — не простые машины. Аналогия со счетными машинами и сервомеханизмами значительно ближе к истине, но она может быть лишь временной. Наличие разницы в размере, которая подчеркнута одним из наших лучших ученых кибернетиков (для того, чтобы вместить механизм, в совершенстве имитирующий все, что делает муравей, было бы мало такого здания, как Эмпайр Стейт билдинг [1]), должно подсказать нам мысль о том, что существует и более глубокое различие!

«Счастлив тот, кто ходит в тихие, излюбленные мудрецами храмы и черпает силы в их учении», — говорил Лукреций! Но в этих храмах не встретишь ни ложных богов, ни обветшалых теорий, подпираемых их бесплодными поклонниками. Наука идет вперед, пусть же ученый, не отставая, шагает с ней в ногу. В настоящий момент биологическая наука и именно наука о насекомых смотрит на живую природу глазами новичка. Но она ждет того, кто поможет ей подняться на следующую ступень, согласовав в гениальной, хотя и временной, теории то огромное количество собранных фактов, которое мы уже не в состоянии контролировать. Как некогда астрономия, биология ждет своего Коперника. Пожелаем же, чтобы он поскорее явился! И чтобы мы могли выслушать его, как мудреца, который спокойно сжигает все, чему поклонялся, в надежде лучше понять истину!

---

[1] Самое высокое здание в США. *(Ред.)*

НОВАЯ КНИГА РЕМИ ШОВЕНА

(Послесловие)

В краткой автобиографии, написанной специально для издания настоящей книги в переводе на русский язык, Р. Шовен сообщает:

«Родился 10 октября 1913 года.

— Изучал биологию и медицину в Сорбонне в 1934—1938 годах.

— В 1941 году, защитив диплом на тему «Биология стадной саранчи», получил ученое звание.

— В связи с тем же удостоился двух премий Академии наук.

— Выполнял в Марокко, Алжире, на Корсике ряд научных поручений по исследованию в натуре биологии саранчи.

— В 1946 году назначен научным сотрудником Национального центра исследований, затем в 1948 году научным руководителем Национального исследовательского сельскохозяйственного института.

— С этого же времени руководит пчеловодной опытной станцией в Бюр-сюр-Ивет.

— Является членом некоторых научных обществ, в том числе Индийского общества зоологов.

— Опубликовал свыше ста работ, посвященных насекомым; написал Руководство по физиологии насекомых, выдержавшее два издания; последнее вышло в 1956 году.

— Продолжает специализироваться в области психологии и поведения животных, а также сравнительной физиологии».

Что еще следует сказать о Реми Шовене?

В маленьком селении Бюр-сюр-Ивет (департамент Сены и Уазы), километрах в 20 от Парижа, примерно полтора десятка лет назад основан новый центр биологических исследований.

«Сюда легко попасть,— пишет Илер Кюни во французском журнале «Горизонты»,— по специальной линии метрополитена, связывающей Париж с солнечной долиной Шеврезы. Дойдя до площади перед ветхой сельской церковью, сверните на узкую тропинку и через несколько минут вы окажетесь на лоне природы.

Здесь-то, среди полей и лугов, в новых, совсем еще недавно отстроенных лабораториях развивается та наука, в области которой Франция стоит в ряду первых... Под руководством профессора Реми Шовена институт добился выдающихся успехов. Говоря так, я уверен, что никто из его сотрудников не станет со мной спорить. Шовен — это один из самых светлых умов, какие мне приходилось встречать, один из самых обаятельных людей, какие мне известны».

Для советских биологов имя Реми Шовена не ново. Еще в 1953 году Издательство иностранной литературы опубликовало упоминаемое в приведенной выше автобиографии капитальное руководство «Физиология насекомых». Глава и старейшина советского «корпуса энтомологов» академик Е. Н. Павловский в предисловии к русскому изданию «Физиологии» особо отметил как широту круга вопросов, трактуемых в книге Шовена, так и свежесть привлеченного им описательного материала.

И вот после известной одним лишь энтомологам, и разве что еще физиологам и биохимикам, книги тот же Шовен опубликовал небольшой томик, нисколько не похожий на научный трактат. Это нечто вроде исповеди ученого, отчасти его автобиография, отчасти самоотчет, размышления вслух и одновременно страстный призыв к развитию и совершенствованию науки о насекомых, науки о живом вообще.

С каждой страницы этой книги встает ее автор, влюбленный в свое дело, не сомневающийся в величии задач, стоящих перед биологией, воспитывающий себя в духе неутомимых исканий и беспощадной требовательности к себе, предостерегающий всех натуралистов и испытателей природы от соблазнов самообмана, воодушевленный

сам и воодушевляющий читателей перспективой постановки новых, все более строгих опытов, решения новых, все более трудных задач.

«Жизнь и нравы насекомых» — действительно незаурядное произведение. И написано оно так, что всякий, кто хотя бы мельком пробежит глазами одно только введение или первые попавшиеся на глаза, наугад раскрытые страницы, вскоре вернется к началу и залпом или маленькими глотками,— это уж кто как умеет или любит,— но при всех условиях с самым серьезным и пристальным вниманием, с горячей заинтересованностью и признательностью прочитает весь томик от вводного эпиграфа из Гераклита до заключающих труд общих выводов.

Книга не оставляет читателя равнодушным. Не только специалисты — энтомологи или шире — биологи, но и читатели далеких от биологии отраслей с симпатией и благожелательностью будут следить за мыслью автора, хотя, скажем об этом сразу, не только специалисты отметят про себя коренное несогласие с некоторыми его положениями.

Но об этом — далее. А сейчас подчеркнем, что книга вводит читателя в удивительный и, к сожалению, очень мало, гораздо меньше, чем он того заслуживает, известный мир — в необъятный мир насекомых и в крайне тесный, гораздо более узкий, чем следовало бы, мир людей, изучающих жизнь и нравы видов, относящихся к классу, наиболее многочисленному и самому разнообразному из населяющих землю.

Все, о чем говорится в книге, для большинства читателей неспециалистов ново, удивительно, часто совершенно невероятно и всегда в высшей степени интересно. Идет ли речь об опытах, заключающихся в измерении чуткости слепого и глухого кузнечика, реагирующего на невидимые и неслышимые колебания амплитудой до половины диаметра атома водорода; или о чудовищных стаях саранчи (одно насекомое из составляющих стаю весит меньше 2 граммов, а вся стая — свыше десяти тысяч тонн!), о саранчуках, гасящих своими телами зажигаемые на их пути костры и ценой жизни прокладывающих путь остающимся; сообщает ли автор об итогах опытов роттэмстедских специалистов, собравших за 4 года в свои гигантские — высотой до 16 метров — ловушки около полумиллиона ночных бабочек, доказав при этом, что самцы и сам-

ки одного вида летают до встречи на разной высоте; или об опытах немецкого химика Бутенанда, переработавшего несколько сот тысяч экземпляров шелковичного червя, чтобы получить несколько миллиграммов чистого секрета пахучей железы,— каждый эпизод представляет новый яркий и впечатляющий пример могущества науки и необъятности перспектив, открываемых ее победами.

И где бы ни происходили описываемые в книге события — в лаборатории Парижского университета или в Марокко, где изучаются повадки саранчи; в темном сыром погребе на одном из Антильских островов или на пасеке опытной станции в Бюр-сюр-Ивет, где изучаются факторы, определяющие воинственность пчел; в каштаново-ореховой рощице близ Эпернона, где проводятся наблюдения над муравьями Лазиус; или у лагуны Эбрие, в районе Берега Слоновой Кости, где изучаются строительные способности невыносимо больно кусающихся муравьев-ткачей,— всюду читатель видит перед собой страстно ищущего, неутомимо думающего исследователя и одновременно писателя, умеющего не только лаконично и точно, но также красочно и с блеском набросать картину, живо и с юмором рассказать о своей работе, талантливо и доходчиво раскрыть то большое значение маленьких фактов, которое извлекается из наблюдений только подлинными учеными, проницательно расчленяющими общее и частное, случайное и необходимое.

Все мы с детства помним и любим великолепные рассказы Фабра, открывшего для широчайших кругов читателей чудеса мира насекомых. Но Фабр живет почти вне времени. Он иногда напоминает Робинзона, попавшего в чужой край и, даже без Пятницы, один на один с окружающими его загадками, исследующего неведомое. Шовен в своей новой книге всесторонне современен и злободневен.

Начать с того, что книга — не в бровь, а в глаз многим биологам — напоминает, полемизируя со сторонниками «чистой» науки: да, «наука действительно изучает только то, что можно измерить, это верно, но надо сначала выделить то, что заслуживает быть измеренным, потому что слишком много цифр могут быть лишены интереса и возможности применения».

Практическая нацеленность автора, его стремление заранее планировать опыт так, чтобы обеспечить действенное применение выводов, заметны во всем. Говорит ли

он о поисках средства защиты шерсти от платяной моли или человека от москитов, старается ли разобраться в факторах, способствующих сосредоточению стай саранчи, задумывается ли над тем, как научиться выводить сорта растений, которые не повреждались бы вредителями, или как ускорять развитие одних и сдерживать размножение других видов — позиция ученого всегда активно направлена. Приходится, однако, отметить далеко заходящую непоследовательность в этом вопросе автора, для которого наука была также средством уйти от жизни, превращалась в башню из слоновой кости.

Несмываемой печатью времени — и именно второй половины XX века — отмечены многие описанные в книге опыты, представляющие нередко шедевры исследовательской мысли, вооруженной последними новинками лабораторной техники. Описание работы катодного осциллографа, рассказ об электродах, введенных в глаз насекомого, прожекторы в опытах с колорадским жуком, на пути которого ставятся прозрачные препятствия, микрофоны, используемые в опытах, имеющих целью исследовать стрекот сверчка, рассказ о поляроидах, применявшихся профессором Фришем при изучении зрительных восприятий пчелы, анализ результатов опыта со скармливанием общественным насекомым корма, сдобренного мечеными атомами, опыты со стереоизомерами, с помощью которых измерялась точность обоняния насекомых, опыты с измерением порога химического восприятия при прикосновении и на расстоянии — все эти подробности сливаются в убежденное и веское слово о важности использования достижений физики и химии, вооружающих биологию для все более углубленных исследований природы живого.

Однако, воздавая должное вооруженной новыми методами эксперимента и «достойной восхищения изобретательности ученых, благодаря которой они перешагнули через границу того, что может показаться недоступным», а наряду с этим и «волнующему характеру выводов», к которым нас приближают многие из таких исследователей, Шовен приводит немало наглядных примеров, показывающих, что и с помощью простейших средств можно успешно ставить опыты, приводящие к выводам, существенно обогащающим науку. В этом смысле достаточно убедителен рассказ о старой коробке из-под суха-

рей, помещенной в центре кулиг саранчи и послужившей «оборудованием», с помощью которого в лапках насекомых был открыт орган, выполняющий определенную функцию в их ориентировке. Поучительна в этом смысле и вся глава об опытах с насекомыми в лабиринте и история ученика Шовена, заставлявшего взбираться по щепочке таракана, опыты с простенькими стойками и «самым покладистым на свете насекомым» — палочником. Упоминаемые здесь и проведенные по сути без всякого специального оборудования опыты помогли совершить без преувеличения выдающееся открытие: в них на новых объектах веско подтверждена возможность обучения насекомых!

Эти страницы книги много радости (и пользы!) принесут всем любителям природы, которых не удовлетворяет умиротворенное любование ее чудесами и совершенством и которые ищут возможности развить в себе действенный, преобразовательский подход к изучению любого явления в органическом мире.

Формально в книге никакого отклика не нашла та борьба направлений в биологии, которая в нашей стране разгорелась в столкновении между мичуринской и антимичуринской теориями. Похоже даже временами, что автор не слышал о Мичурине, о критике вейсманизма-морганизма, о драматическом споре вокруг вопроса о возможности и необходимости наследования приобретаемых свойств, о возможности изменений наследственности под воздействием условий среды. И тем не менее многие факты, сообщаемые в книге, настолько точно и строго описаны, насыщены столь значительным содержанием, что они, пусть даже в самом деле бессознательно, затрагивают именно те спорные вопросы, которые давно наметились на магистральных направлениях биологии. Может быть, более всего показателен в этом смысле делаемый Шовеном анализ явления покровительственной и пугающей окрасок и миметизма и приводимые в этой связи данные, обосновывающие, может быть, даже несколько церемонно сформулированное, но по сути вполне категорическое отрицание возможности органической эволюции как цепи случайных мутаций.

Шовен рассматривает в книге большое количество исследованных учеными фактов, относящихся к этой области, и, обобщая суть проблемы, пишет: «Не подлежит

сомнению, что крыло Kallima с таким совершенством воспроизводит увядший лист, что фитопатологи смогли даже установить, какой именно вид плесени на этом листе оно изображает. И не только Phyllies и палочники похожи на зеленые стебли или листья, но и их яйца подобны зернам настолько, что их порою не отличишь. И опять возникает вопрос: как же все это могло сложиться?»

Скажем здесь заранее, что содержательного ответа на этот вопрос сам Шовен не дает, а его попытки строить предположение об «организующих импульсах» и о «целях эволюции» звучат по меньшей мере странно рядом с той здравой критикой финалистов, какая дана в книге. Но вместе с тем нельзя не отметить, что Шовен веско опровергает до сих пор весьма распространенные концепции эволюции, исходящие из понимания отбора только как механического сита, отбирающего и сохраняющего изменения, способствующие усовершенствованию приспособлений.

«Обратимся к официально признанным путям эволюции — естественному отбору и мутациям. Представим себе ряд мутаций, каждая из которых добавляет, например, какому-нибудь пилоусу сколько-нибудь сходства с Thonalmus. Те особи, которые больше всего похожи на Thonalmus, все меньше и меньше истребляются Anolis. Отбор при этом идет автоматически и по прошествии длинного ряда веков приводит к появлению безукоризненной копии. Вот теория, в которой нельзя увидеть ничего абсурдного, пока не присмотришься к ней поближе. И многие настаивают на том, что она верна, потому что она стройна и приводит в восторг геометра, который дремлет в душе многих биологов».

Прямо называя в своей книге имена последователей формальной генетики Джулиана Гексли и Рональда Фишера, чьи концепции эволюции он отказывается признать, и высказываясь за сохранение дарвиновского понимания отбора, Шовен подчеркивает значение для правильного анализа данного вопроса случаев «лучших имитаций, представляющих, собственно говоря, сверхуподобления, бесполезные и абсурдные с точки зрения естественного отбора». «Можно ли быть уверенным,— размышляет Шовен,— что такие абсолютно безукоризненные копии, как Kallima, необходимы для того, чтобы обмануть хищника, или что лишний шанс выжить дает имитация, вос-

производящая в точности все до такой степени, что ботаники могут определить, какого рода плесень изображена на крыле, представляющем увядший лист, или что не довольно было бы пятна, смутно напоминающего плесень?»

Ссылаясь на многочисленные опыты с грубыми приманками, успешно обманывающими насекомых и птиц, Шовен решительно заявляет, что явление «сверхуподобления нельзя объяснить с помощью отбора», понимаемого как механическое сито.

К числу примеров, обогащающих обоснование материалистических позиций в разных разделах биологии, должны быть отнесены и некоторые излагаемые Шовеном факты, касающиеся природы так называемой семьи общественных насекомых, рассматриваемой как биологическое единство, как некое подобие органической целостности. Так же обстоит дело и с приводимыми в книге многочисленными примерами, подтверждающими роль обучения в онтогенезе даже таких представителей животного мира, как насекомые. Шовен горячо доказывает — и это один из лейтмотивов его книги,— что способность к обучению представляет одно из неотъемлемых свойств живой материи.

Очень содержательны данные о биологическом эффекте группы, являющиеся новым веским доводом, опровергающим возможность внутривидовой конкуренции организмов; факты, говорящие о том, как признаки и свойства, строение тела и поведение взрослых насекомых определяются условиями развития личинок; новые доказательства наличия активной избирательности во всевозможных проявлениях жизни.

Однако и здесь мы должны осветить те стороны концепции автора, с которыми нельзя согласиться; едва Р. Шовен переходит от изложения фактов и описания явлений к их осмысливанию, его постигают те же неудачи, что и других естествоиспытателей, которые, будучи стихийными материалистами, неизбежно оказываются беспомощными в своих философских выводах и обобщениях.

Это прежде всего проявляется уже в том, как безоговорочно переносит Шовен и на человека многие выводы, сделанные из наблюдений над насекомыми.

Р. Шовен в своей книге объявляет себя последователем западногерманского ученого Конрада Лоренца и сторонником его школы «объективного познания», достоинства которой он всячески превозносит.

Лидер этой школы профессор Конрад Лоренц, глава того направления в изучении инстинктов и поведения животных, которое видит причины их конкретного поведения не в соотношении и взаимодействии организма с условиями его существования, а в развертывании врожденного, раз навсегда данного поведения, в автоматической нерефлекторной деятельности нервной системы, являющейся следствием и результатом внутреннего процесса «аккумуляции специфической энергии».

Разумеется, нельзя отрицать, что разные органы чувств функционируют по-разному. Однако развиваемый Конрадом Лоренцем закон специфичности энергий в деятельности органов чувств говорит о другом. Согласно этому, сформулированному еще Иоганнесом Мюллером закону, ощущения обусловлены не спецификой воздействия раздражителей, доходящих до организма из внешнего мира и регистрируемых специализированными нервными приемниками, а только специфической функцией соответствующих органов чувств. По Мюллеру и Лоренцу, таким образом, ощущение не связывает организм со средой его обитания, а, наоборот, отрывает, отгораживает его от внешнего мира.

К. Лоренц и Р. Шовен (как можно видеть из приводимых в книге материалов) правильно признают, что для инстинкта может иметь значение обучение, возникновение условного рефлекса, что на проявление инстинкта может той или другой стороной влиять внешняя среда, участвующая в формировании сложного строения инстинкта.

Однако в целом оба рассматривают деятельность нервной системы как процесс, идущий сам по себе, на основе присущего ему автоматизма, беспричинно и независимо от условий развития.

Этологи придают большое значение в органической жизни так называемым ритмическим процессам, которые они рассматривают как эндогенные, автоматические, как процессы самовозбуждения центра. Подобные процессы действительно существуют, но исследования показывают, что они развертываются в результате возбуждения центров под влиянием определенных раздражителей, в процессе обмена веществ, следовательно, тоже рефлекторным путем. Между тем Лоренц и Шовен, противопоставляя свою позицию материалистической позиции И. П. Пав-

лова, сосредоточивают внимание именно на «эндогенном накоплении энергии» в нервных центрах и на пусковом механизме, освобождающем выход этой энергии. По Шовену, «нервная система выделяет деятельность так же, как печень — желчь, почки — мочу».

Роль внешней среды, по Лоренцу — Шовену, сводится, таким образом, только к устранению, снятию преград для выхода энергии, непроизвольно накапливающейся независимо от влияния внешней среды в нервной системе животного.

Эта накопившаяся энергия и есть направляющий фактор, она определяет поведение животного.

«Общей закономерностью строения и функционирования органов чувств у особей животного царства является адекватность их экологическим условиям жизни этих особей и основной функции взаимоотношения данного организма и среды его обитания», — разъясняет один из крупнейших наших специалистов Н. И. Гращенков. Он подчеркивает, что «при сравнительно-физиологическом изучении органов чувств, или анализаторов, вскрывается механизм образования специфичности в деятельности органов чувств. Это механизм постепенного приспособления каждого данного анализатора к улавливанию внешних или внутренних специфических раздражителей, начиная с его периферического конца до подкорковых и корковых образований. В этом случае представления... об изначальности, неизменности и врожденности специфических свойств органов чувств теряют всякий смысл, а закон возникновения специфических энергий в функционировании органов чувств получает свое эволюционное материалистическое обоснование»[1].

Вполне очевидно существующая специфичность энергии в действии органов чувств не есть таким образом нечто раз и навсегда данное и независимое от условий, а результат органического развития, продукт взаимоотношений организма с условиями его существования. Соответствующие системы регистрации сигналов развиваются в неразрывном единстве с условиями жизни, в постоянном восприятии разнообразных нервных раздражителей, сиг-

---

[1] Н. И. Гращенков. Ленинская теория отражения и современная физиология органов чувств. Журнал «Вопросы философии» № 6, 1959.

налов, поступающих в организм со световыми или звуковыми колебаниями через обоняние, вкус, осязание и т. д. Именно об этой стороне явления и писал наш выдающийся физик С. И. Вавилов, утверждая, что глаз представляет подобие Солнца и что, не зная Солнца, нельзя понять ни устройство, ни действие глаза.

Формирующее действие внешней среды и — ближе — условий существования, действие специфических форм раздражения на органические системы восприятия отдельных раздражителей исчерпывающе подтверждается морфологией и строением клеток не только зрительных, но и прочих органов чувств.

В той критике на два фронта — против механицистов и виталистов, которую развивает в книге Шовен, справедливое самым причудливым образом переплетается с неверным. Шовен по заслугам оценивает — высмеивает — учение Рабо, объявившего, что органическим миром правит случайность, «прихоть химических соединений», в связи с чем жизнь «всегда находится на грани смерти из-за того, что неприспособленность преобладает над приспособленностью». Шовен во многом точно вскрывает ошибки механистического учения Леба о тропизмах. Он не совсем безоснователен в своей критике картезианского метода исследований, сводящегося к тому, чтобы «дробить поведение на составные части, якобы более простые для понимания», он высказывает законное опасение по поводу того, не делает ли невозможным последующий синтез «Деление трудной задачи на возможно большее число частей». Исходя из всего этого, Шовен полностью противопоставляет друг другу данные исследований в условиях аналитического эксперимента и результаты наблюдений в условиях свободного поведения животного в природе. Отсюда он приходит к выводу, что собака И. П. Павлова, заключенная в башню молчания, уже не является более собакой.

Недавно во Франции на большом международном совещании по вопросам о природе инстинктов и поведения животных и человека[1] взгляды К. Лоренца подверглись критике со стороны ряда зарубежных ученых. И на другом совещании, посвященном тем же вопросам, на этот

---

[1] См. отчет об этом совещании в книге «L'instinct et le comportement des animaux et de l'homme», 1956.

раз в США теоретические положения учения Лоренца были также раскритикованы рядом биологов[1]. Наша критика ошибок «объективистов» отмечает прежде всего метафизический характер противопоставления поведения врожденного и обусловленного средой развития, бесполезность и абиологичность такого противопоставления, которое в какой-то мере сродни известному разделению организма на генотип и фенотип.

«Мы должны резко критиковать попытки этологов считать инстинктивные акты животных не рефлекторными, а спонтанными проявлениями врожденных сложных комплексов реагирования нервной системы»,— указывает проф. Д. А. Бирюков[2].

Кроме того, уделяя много внимания вопросам физиологии нервной системы, органов чувств, поведения и инстинктов насекомых, Шовен дает им не всегда правильное толкование, квалифицируя их как «психическую деятельность насекомых»,— отмечал в предисловии к «Физиологии насекомых» академик Е. Н. Павловский.

Конечно, было бы ошибкой отбрасывать все факты, на которых сосредоточивает внимание школа объективистов, а также все выдвигаемые ими положения, в частности положение о сигнальном значении объектов для поведения животного. С другой стороны, нельзя не отметить, что и сам Шовен, превознося достоинства поднимаемой им над материализмом и идеализмом школы объективного познания, не совсем закрывает глаза на ее несостоятельность в решении ряда вопросов. Не случайно он повторяет в книге, что в большинстве областей новейшей биологии мы еще пребываем «в ожидании Галилея или Коперника», что «наука о насекомых ждет того, кто поможет ей подняться на следующую ступень... Как некогда астрономия, биология ждет своего Коперника. Пожелаем же, чтобы он скорее явился!» и т. д. Кроме того, неустанно клянясь в верности школе объективистов, Шовен на деле — внимательный читатель отметит это — оспаривает отдельные ее положения, развивает, хотя и не всегда,

---

[1] См. журнал «Science», сентябрь, 1957, т. 126, № 3274, стр. 599—603.

[2] См. его предисловие к русскому изданию книги Яна Дембовского «Психология животных». Изд-во иностранной литературы, Москва, 1959.

более правильную, склоняющуюся к материализму точку зрения.

Можно согласиться с утверждением Шовена о том, что современная «биология находится еще в пеленках», но советские биологи могут с законной гордостью сказать о том, что Шовен ошибается, полагая, будто в биологии все еще нет «незыблемых основ, вокруг которых должно строиться все».

Такие основы есть, они заложены в советском творческом дарвинизме, в мичуринском учении, в приложении диалектического материализма к исследованию явлений живой природы.

Читатель, знакомый с положениями мичуринской биологии, откажется признать неразрешимыми загадки явлений покровительственной и пугающей окрасок, или явлений миметизма, включая различные выражения «сверхуподоблений». В книге Шовена в высшей степени убедительно и справедливо показано, что перечисленные явления представляют собой труднейшую задачу для биологов, исповедующих неодарвинистские концепции эволюции. И Шовен очень метко и точно разъяснил, как и почему описываемые явления подрывают, а во многом и взрывают самые основы этих широко распространенных по сие время концепций.

Каким же многозначительным и содержательным является тот факт, что в свете идей материалистической, мичуринской биологии даже эти наиболее сложные и загадочные явления сверхуподоблений вполне естественно, свободно и без малейшего насилия над фактами и логикой объясняются с помощью давно сформулированных общих положений теории. Явления сверхуподобления представляют, как нетрудно понять, частный случай и наиболее резко выраженный пример мимикрии, покровительственной и отпугивающей окрасок. Во всех таких явлениях ясно сказывается действие закона, согласно которому мертвые элементы природы и вообще внешние условия в широком понимании этого слова, будучи однажды ассимилированы живым телом, становятся его частицами. Вместе с тем они приобретают в сильной степени выраженное «тяготение к той форме элементов внешнего, которая была присуща им до ассимиляции их живым телом, до их превращения в данную живую форму», «они становятся частицами живого тела и для своего роста и развития

уже требуют той пищи, тех условий внешней среды, какими в прошлом они сами были»[1].

Таким образом живое тело, ассимилировавшее новые, случайные условия внешней среды, биологически уже «будет отличаться от старого своей наследственностью, то есть новым, но определенным типом ассимиляции и диссимиляции, потребностью в новых, но тоже определенных условиях внешней среды. Этими определенными условиями и станут те, которые впервые ассимилировались путем случайного воздействия на исходное живое тело. Так в органическом мире осуществляется переход случайности в необходимость, в наследственность»[2].

Вот как выглядит при глубоком понимании явления тот «физиологический механизм», который, действуя «слишком быстро или слишком долго», привел Шовена к ошибочному заключению, будто «из всего этого нельзя сделать четких выводов с точки зрения развития».

Как мы видим, вполне четкие выводы и именно с точки зрения развития сделаны советским творческим дарвинизмом. И эти выводы продолжают и обогащают важные для эволюционного учения положения о накопляющем действии отбора, которое, как указывал Дарвин, является «самым важным, преобладающим условием изменения»[3]. Накопляющее действие отбора вырастает из тяготения, из сродства, из избирательного поглощения конкретной формы элементов внешнего, которые в поколениях накапливаются, усиливаясь и развиваясь в ряде случаев даже в сверхуподобления, действительно могущие быть бесполезными и абсурдными с точки зрения отбора — сита. Такое же объяснение могут получить те аналогичные сверхуподоблению явления, о которых пишет Шовен, указывая на «огромные разветвления рогов оленя Мегацерос» или «безумное, абсурдное, ни с чем не сообразное развитие груди у полужесткокрылых горбаток». Мичуринское понимание природы этих явлений указывает путь к управлению ими, дает возможность использовать их в целях человека, ставящего себе на службу организмы растений и животных, активно избирающих из внешней среды ту пищу, те условия, какими в прошлом они были сами.

---

[1] Т. Д. Лысенко. Избранные сочинения, М., 1958, т. 1, стр. 46 и 438.

[2] Там же, т. 2, стр. 337.

[3] Ч. Дарвин. Происхождение видов, М., Сельхозгиз, стр. 147.

Конечно, мичуринская биология еще очень молода и только начала свой исторический путь, с первых шагов отмеченный выдающимися победами, каждая из которых свидетельствует о том, что будущее принадлежит Мичурину.

Плодотворность творческого действенного подхода в решении задач управления природой живого в последние годы все шире и шире признается во всем мире биологами разных специальностей. Книга Р. Шовена, в которой советский читатель найдет убедительные иллюстрации, подтверждающие общебиологическое значение основных обобщений, сформулированных в мичуринском учении, свидетельствует также о том, что и в учении о поведении животных искания прогрессивных ученых — несмотря на все ошибки — подготавливают тот же поворот от заблуждений идеализма, эклектики и различных разновидностей механицизма и витализма к единственно верному, ведущему к победам познания диалектико-материалистическому направлению.

И. Халифман

ОГЛАВЛЕНИЕ

Реми Шовен

ЖИЗНЬ И НРАВЫ НАСЕКОМЫХ

Редактор *Р. И. Бергауз.*
Художник *А. Я. Михайлов.*
Художественный редактор *О. К. Алексеева.*
Технический редактор *Л. Н. Прокофьева.*
Корректор *Я. А. Урбанович.*

* * *

Сдано в набор 5/X 1959 г. Подписано к печати 13/II 1960 г. Т02625. Формат 84x108 1/32. Печ. л. 7,75 (12,71). Уч.-изд. л. 12,89. Изд. № 411. Тираж 8000 экз. Заказ № 3639. Цена 4 р. 70 к.

* * *

Сельхозгиз, Москва, К-31. Ул. Дзержинского, 1/19.

Набрано в Первой Образцовой типографии
имени А. А. Жданова
Московского городского Совнархоза.
Отпечатано с матриц на комбинате печати
им. Камиля Якуба
Отдела издательств и полиграфической промышленности Министерства культуры ТАССР,
г. Казань, ул. Баумана, 19.

В книге отражены новейшие химические средства, применяемые в борьбе с вредителями и болезнями полевых культур.

Строков В. В., канд. биолог. наук. **Пернатые друзья леса.** Сельхозгиз, 8. л. Цена 2 руб.

Книга посвящена пернатым обитателям леса, их повадкам и поведению, она показывает, какое большое значение имеют птицы для защиты леса от его многочисленных врагов, вредных насекомых и грызунов.

Читатель найдет для себя много занимательного и лучше познает пернатый мир нашей обширной Родины.

Книга рассчитана не только на специалистов, но и на массового читателя.

Зуев Д. П., агроном. **Грибы и ягоды русских лесов.** Сельхозгиз, 15 л. Цена 4 р. 75 к.

Автор книги живым, образным языком рассказывает о «кладовой» русских лесов — грибах и ягодах, их значении, введении в культуру диких ягод, искусственном разведении грибов, сборе грибов и ягод.

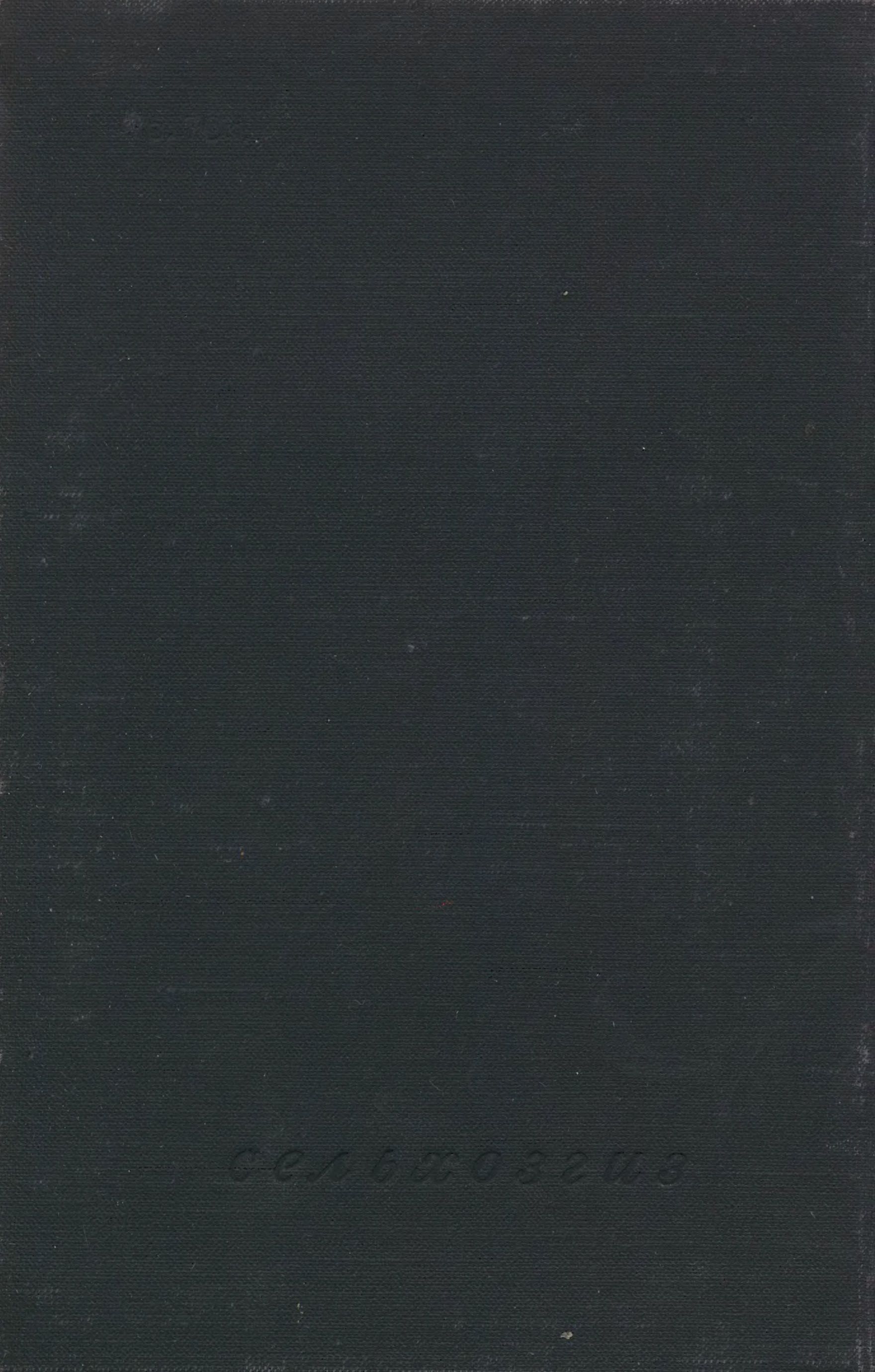
Эту книгу с большим вниманием и интересом прочитают все любители природы.

Предварительные заказы на книги следует направлять во все магазины Книготорга и потребительской кооперации своего края, области и республики.

Книги также высылаются по почте наложенным платежом отделами «Книга — почтой».

Вышедшие из печати книги Сельхозгиза Вы можете купить во всех книжных магазинах Книготорга и потребительской кооперации.

Следите за выходом из печати новых книг Сельхозгиза.


сельхозгиз